

Nieuwe bijmestsystemen en
strategieën voor aardappel op
zand- en lössgrond

Deel 2: Resultaten veldproeven
2012 en 2013



MASTERPLAN MINERALENMANAGEMENT

Het masterplan mineralenmanagement is een initiatief van LTO Nederland, de Nederlandse Akkerbouw Vakbond en het Productschap Akkerbouw.



MASTERPLAN MINERALENMANAGEMENT

Stadhoudersplantsoen 12 • Postbus 29739 • 2502 LS Den Haag
T 070 - 370 84 26 • F 070 - 370 83 10 • mmm@hpa.agro.nl • www.kennisakker.nl

Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond

Deel 2: Resultaten veldproeven 2012 en 2013

Voor uw vragen over het MMM kunt u zich wenden tot Tjitse Bouwkamp (PA).

Stadhoudersplantsoen 12 • Postbus 29739 • 2502 LS Den Haag
 070 370 84 26 •  mmm@hpa.agro.nl • www.kennisakker.nl <mailto:mmm@hpa.agro.nl>

Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond

Deel 2: resultaten veldproeven 2012 en 2013

In opdracht van en gefinancierd door:



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Dit project is uitgevoerd door:

Auteur(s):

Willem van Geel
Brigitte Kroonen-Backbier
David van der Schans
Jan Ties Malda

Organisatie:

PPO-AGV
PPO-AGV
PPO-AGV
ALTIC

Projectnummers: 32 502173 00 (PPO) en 1820 (ALTIC)

Dit project maakt deel uit van het Masterplan Mineralenmanagement (MMM). Het MMM is een initiatief van LTO Nederland, de Nederlandse Akkerbouw Vakbond en het Productschap Akkerbouw. Binnen het MMM voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van bodem, bemesting en water.

Dit rapport is eveneens terug te vinden op www.kennisakker.nl.



PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING
WAGENINGEN UR



PPO nr. 615

Voor uw vragen over het MMM kunt u zich wenden tot Tjitse Bouwkamp (PA).

Stadhoudersplantsoen 12 • Postbus 29739 • 2502 LS Den Haag
☎ 070 370 84 26 • ✉ mmm@hpa.agro.nl • www.kennisakker.nl <mailto:mmm@hpa.agro.nl>

Dit rapport is een uitgave van:

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

© Lelystad, juni 2014

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting DLO, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Hoewel de inhoud van deze uitgave met zorg is samengesteld, kunnen hieraan op geen enkele wijze rechten worden ontleend.

PPO Publicatienr 615, €15,00

Projectnummers: 32 502173 00 (PPO) en 1820 (ALTIC)

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	11
2 OPZET EN UITVOERING	13
2.1 N-bijmestsystemen in de proeven.....	13
2.1.1 NBS-gewassensing	13
2.1.2 Aardappelmonitoring	15
2.2 Opzet van de proeven	15
2.3 Proefuitvoering	16
3 RESULTATEN PROEF OP ZAND (VREDEPEEL) 2012.....	21
3.1 Bijmestadviezen per systeem	21
3.2 Gewasontwikkeling.....	23
3.3 Opbrengst en kwaliteit.....	25
3.4 Stikstofopname	28
4 RESULTATEN PROEF OP LÖSS (HULSBERG) 2012.....	31
4.1 Bijmestadviezen per systeem	31
4.2 Gewasontwikkeling.....	33
4.3 Opbrengst en kwaliteit.....	35
4.4 Stikstofopname	36
5 RESULTATEN PROEF OP ZAND (VREDEPEEL) 2013.....	39
5.1 Bijmestadviezen per systeem	39
5.2 Gewasontwikkeling.....	41
5.3 Opbrengst en kwaliteit.....	43
5.4 Stikstofopname	45
6 RESULTATEN PROEF OP LÖSS (HULSBERG) 2013.....	49
6.1 Bijmestadviezen per systeem	49
6.2 Gewasontwikkeling.....	51
6.3 Opbrengst en kwaliteit.....	54
6.4 Stikstofopname	56
7 BESPREKING.....	59
LITERATUUR.....	66
BIJLAGE 1. PROEFOBJECTEN EN PROEFVELDSHEMA VREDEPEEL 2012	67
BIJLAGE 2. PROEFOBJECTEN EN PROEFVELDSHEMA VREDEPEEL 2013	69
BIJLAGE 3. PROEFOBJECTEN EN PROEFVELDSHEMA HULSBERG 2012	71
BIJLAGE 4. PROEFOBJECTEN EN PROEFVELDSHEMA HULSBERG 2013	73
BIJLAGE 5. BODEMVRUCHTBAARHEID VAN DE PROEFPERCELEN.....	75

BIJLAGE 6. WEERSGEGEVENS VREDEPEEL EN HULSBERG	78
BIJLAGE 7. BEREKENDE N-GIFTEN NBS-GEWASSENSING.....	82
BIJLAGE 8. BODEMANALYSE ALTIC, VREDEPEEL 13 JUNI 2012.....	85
BIJLAGE 9. BODEMANALYSE ALTIC, HULSBERG19 JUNI 2012.....	87
BIJLAGE 10. BODEMANALYSE ALTIC, VREDEPEEL 19 JUNI 2013.....	89
BIJLAGE 11. BODEMANALYSE ALTIC, HULSBERG 24 JUNI 2013.....	91
BIJLAGE 12. FOTO'S GEWASSTAND VREDEPEEL 2012	93
BIJLAGE 13. FOTO'S GEWASSTAND HULSBERG 2012.....	95

Samenvatting

Inleiding

In opdracht van het Productschap Akkerbouw hebben PPO en Altic voor het Masterplan Mineralen Management (MMM) de mogelijkheden onderzocht om de stikstofbenutting van aardappel te verbeteren door de ontwikkeling van nieuwe of verbeterde stikstofbemestingssystemen. De doelstelling van het MMM is om verliezen van nutriënten naar bodem, water en lucht in de akkerbouw sterk terug te dringen.

In 2011 is een literatuurstudie uitgevoerd naar de mogelijkheden om de stikstofbenutting van aardappel te verbeteren. De bevindingen hiervan zijn verwoord in het rapport "Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1a: Deskstudie". Hierin is onder meer geconcludeerd dat een N-bijmeststelsel de beste mogelijkheid biedt om een hoge N-benutting bij behoud van opbrengst en kwaliteit te realiseren. Een N-bijmeststelsel gebaseerd op meting van de lichtreflectie door het gewas met een gewassensor (gewassensing) is het meest perspectiefvol, maar staat nog in de kinderschoenen. Verbeteringen zijn nodig en lijken ook mogelijk.

In de tweede fase van het project is voorzien om nieuwe of verbeterde bijmestsystemen te testen in tweejarig veldonderzoek (2012 en 2013) op zand- en lössgrond in het Zuidoosten. Er is een klankbordgroep van aardappeltelers op zuidoostelijk zand en löss bij het project betrokken om de resultaten mede te beoordelen en de praktische uitvoerbaarheid en acceptatie van de systemen.

In het rapport "Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1b" zijn nieuwe dan wel verbeterde N-bijmeststrategieën op basis van gewassensing ontworpen en is een plan van aanpak opgesteld om deze strategieën te testen.

Opzet en uitvoering

Het voorliggende (tussen)rapport gaat in op de veldproeven van 2012 en 2013 die zijn uitgevoerd op een zuidoostelijke zandgrond (Vredepeel) en op löss (Hulsberg). Daarin zijn de volgende systemen beproefd:

- **NBS-gewassensing vanaf gewassluiting**

Uit de lichtreflectie door het gewas wordt de stikstofopname van het gewas afgeleid. Deze wordt vergeleken met een streefwaarde voor de N-opname bij gewassluiting. Als de opname onder de streefwaarde ligt, wordt een eenmalige bijmestgift berekend. De streefwaarde is afhankelijk gesteld van de opbrengstpotentie op het perceel c.q. de streefopbrengst. De lichtreflectie is gemeten met de Yara N-sensor.

- **NBS-gewassensing + N-balans**

Bij dit systeem is de vaste streefwaarde bij gewassluiting vervangen door een streef-N-opnamecurve in de tijd. Als de actuele N-opname door het gewas op enig moment onder de streefopnamecurve komt, wordt een bijmestadvies berekend. Bij de streefopnamecurve wordt rekening gehouden met de opbrengstverwachting en het effect van hogere of lagere temperaturen op de gewasgroei en de N-opnamesnelheid. De bijmestgift wordt berekend met behulp van een N-balansmethode waarin ook de actuele N_{min}-voorraad in de bodem wordt betrokken en een voorspelling van de N-mineralisatie: $N\text{-gift} = \text{nog op te nemen hoeveelheid stikstof door het gewas} + \text{buffer} - N_{\text{min}} - N\text{-mineralisatie}$.

- **NBS-gewassensing + normlijn N-opname**

Ook bij dit systeem is de vaste streefwaarde bij gewassluiting vervangen door een streef-N-opnamecurve in de tijd (de normlijn) en wordt een bijmestgift berekend zodra de gemeten N-opname onder de normlijn komt. De bijmestgift wordt eenvoudiger bepaald dan met de N-balansmethode. Er vindt geen N_{min}-meting plaats. Indien nodig wordt meermalen bijbemest. Dit bijmeststelsel is alleen in de proeven van 2013 opgenomen.

- **Aardappelmonitoring Classic**

Het klassieke aardappelmonitoring is als referentie opgenomen in de proeven om de nieuwe bijmestsystemen te kunnen vergelijken met een traditioneel systeem. De bijmestgift wordt bij dit systeem bepaald op basis van het nitraatgehalte in de bladsteeltjes en het loofgewicht, dat op vier momenten tijdens het groeiseizoen worden gemeten.

- **Aardappelmonitoring Online**

Bij deze variant van aardappelmonitoring is het nitraatgehalte in de bladsteeltjes gemeten en is de loofgroei gemonitord met behulp van gewassensing. Het loofgewicht wordt hierbij berekend uit de lichtreflectie door het gewas. Deze variant is alleen in de proeven van 2012 opgenomen.

- **Bemestingsnavigator aardappel**

Deze tweede, nieuwe variant van aardappelmonitoring bestaat uit het klassieke aardappelmonitoring (o.a.) aangevuld met gelijktijdige meting van de Nmin-voorraad in de bodem. Er wordt op twee momenten gemeten in plaats van vier. Het systeem werd in eerdere rapporten van dit project Aardappelbemestingsindicator genoemd.

In de proeven is verder een reeks vaste N-trappen aangelegd om een optimale N-gift te kunnen afleiden onder de betreffende groeiomstandigheden in de proeven en de bijmestadviezen te kunnen beoordelen. Bij de N-bijmestsystemen is een basisgift stikstof bij poten toegediend van 150 kg N per ha. Te Vredepeel werd deze voor 2/3 deel in de vorm van varkensdrijfmest en voor 1/3 deel als KAS gegeven. Te Hulsberg werd het volledig in de vorm van KAS gegeven.

In het onderzoek is tevens de bruikbaarheid van omgekeerde N-vensters voor bijbemesting beoordeeld. Dit zijn vensters die hoger worden bemest dan de rest van het perceel en fungeren als referentie met een ruim voldoende stikstofvoorziening. Op basis van het verschil in N-opname (afgeleid uit gewassensing) tussen de omgekeerde vensters en de rest van het perceel, kan een bijmestadvies worden afgeleid.

In de proeven op zand is berekend om vochtgebrek te voorkomen. In de proeven op löss is niet berekend.

Resultaten

Te Vredepeel moest in 2012 door de vele neerslag in het voorjaar en daardoor uitspoeling van stikstof al vroeg worden bijbemest. Bij het eerste meetmoment (half juni) gaven alle systemen een bijmestadvies, behalve 'NBS-sensing vanaf gewassluiting', omdat het gewas nog niet gesloten was. Een week later gaf dit systeem wel een bijmestadvies. In tabel I is een overzicht gegeven van de N-bemesting bij de verschillende systemen te Vredepeel in 2012.

In deze proef was een hoge stikstofgift nodig om een economische optimale opbrengst te behalen (hoger dan de N-gebruiksnorm van 260 kg N per ha). Dit werd het beste aangegeven door de systemen 'NBS-gewassensing + N-balans' en 'Bemestingsnavigator aardappel'.

'NBS-sensing vanaf gewassluiting' gaf een iets lager bijmestadvies. Dat bij dit systeem pas een week later werd bijbemest dan bij de andere systemen, had geen nadelig effect op de opbrengst.

Het bijmestadvies van Aardappelmonitoring Classic en Aardappelmonitoring Online was aan de lage kant. Het nieuwe, ontwikkelde systeem 'Bemestingsnavigator aardappel' was in deze proef een verbetering van Aardappelmonitoring.

Tabel I. **Gerealiseerde N-bemesting per N-bijmeststelsel in 2012 te Vredepeel (kg N per ha)**

N-bijmeststelsel	Basisgift 3/4	Bijbemesting			Totale N-gift
		19/6	27/6	10/7	
Aardappelmonitoring Classic	145	70	-	-	215
Aardappelmonitoring Online	145	70	-	-	215
NBS-sensing vanaf gewassluiting	145	-	90	-	235
Bemestingsnavigator aardappel	145	70	-	50	265
NBS-sensing + N-balans	145	125	-	-	270

In het groeiseizoen van 2013 te Vredepeel was stikstofverlies door uitspoeling niet van betekenis. Er kon stikstof worden bespaard ten opzichte van de N-richtlijn en de N-gebruiksnorm, hetgeen door alle N-bijmestsystemen correct werd aangegeven. Alle systemen gaven maar één keer een advies om bij te bemesten. Dit betrof een beperkte N-gift. De verschillen in N-gift tussen de systemen waren klein en er waren geen significante opbrengstverschillen tussen de verschillende systemen. De N-bemesting bij de verschillende systemen te Vredepeel in 2013 is weergegeven in tabel II.

Tabel II. **Gerealiseerde N-bemesting per N-bijmeststelsysteem in 2013 te Vredepeel (kg N per ha)**

Object	Basisgift	Bijbemesting			Totale N-gift
		3/4	17/6	26/6	4/7
NBS-sensing meermalig	150	-	-	-	28
Aardappelmonitoring Classic	150	-	-	-	40
Bemestingsnavigator aardappel	150	-	-	40	-
NBS-sensing + N-balans	150	-	-	-	41
NBS-sensing vanaf gewassluiting	150	-	-	53	-

In de proef te Hulsberg in 2012 was het droger dan te Vredepeel. Er trad geen uitspoelingsverlies op maar ook geen droogte tijdens het groeiseizoen. Het aardappelgewas groeide goed en er waren geen duidelijke verschillen in loofontwikkeling of N-inhoud van het gewas bij N-niveaus van 150 kg N per ha of hoger. In de bodem werden in juni hoge Nmin-voorraden gemeten.

Alle N-bijmestsystemen gaven aan dat de stikstofvoorziening van het gewas in orde was en dat niet of weinig behoefte te worden bijbemest. Enkel 'Bemestingsnavigator aardappel' gaf een bijmestadvies van 20 kg N per ha (4 juli gestrooid). De overige systemen adviseerden om niet bij te bemesten na de basisgift van 150 kg N per ha.

Aan het einde van het groeiseizoen ontstonden er verschillen tussen de N-niveaus. Het loof bleef langer groen naarmate de N-gift hoger was, waardoor de productie bij hogere N-gift wat langer is doorgegaan. Uit de vaste N-trappen bleek dat de knolopbrengst bij N-giften >150 kg N per ha nog duidelijk toenam en zelfs bleef doorstijgen bij verhoging van de N-gift tot 300 kg N per ha. Dit werd tijdens het groeiseizoen niet verwacht. Bijna geen van de bijmestsystemen gaf aan dat 150 kg N per ha onvoldoende was om de maximale opbrengst te behalen. Enkel 'Bemestingsnavigator aardappel' gaf een klein bijmestadvies (20 kg N per ha) en een opbrengstverhoging. Het was echter niet voldoende om de maximale opbrengst te behalen.

In de proef van 2013 te Hulsberg gaf Aardappelmonitoring het advies om niet bij te bemesten. De overige systemen gaven nu wel het advies om bij te bemesten. Omdat 'NBS-sensing + N-balans' en 'NBS-sensing meermalig' op hetzelfde moment bijna dezelfde bijmestgift adviseerden, is besloten om niet twee objecten nagenoeg hetzelfde te bemesten, maar om bij één van beide een dubbele dosering te hanteren om het effect van een late, hoge bijmestgift na te gaan. Verder is vanwege de droge zomer in overleg met de klankbordgroep besloten om een object bij te bemesten met bladbemesting en is vier keer 10 kg N per ha in de vorm van urean over het gewas gespoten. De N-bemesting bij de verschillende systemen te Hulsberg in 2013 is weergegeven in tabel III.

Tabel III. **Gerealiseerde N-bemesting per N-bijmeststelsysteem in 2013 te Hulsberg (kg N per ha)**

Object	Basisgift	Bijbemesting						Totale N-gift
		8/4	11/6	2/7	9/7	15/7	23/7	30/7
Aardappelmonitoring Classic	150	-	-	-	-	-	-	-
Bemestingsnavigator aardappel	150	-	-	25	-	-	-	-
Bladbemesting urean	150	-	-	-	10	10	10	10
NBS-sensing + N-balans	150	-	-	-	-	54	-	-
NBS-sensing vanaf gewassluiting	150	-	-	59	-	-	-	-
NBS-sensing meermalig	150	-	-	-	-	63 ¹	-	-
Late hoge bijmestgift	150	-	-	-	-	108	-	-

¹ Niet gestrooid c.q. in de proef toegepast. Daarvoor in de plaats is de late hoge bijmestgift gestrooid.

Hoewel de meeste systemen in de proef van 2013 te Hulsberg een bijmestadvies gaven, waren alle adviezen suboptimaal. Evenals in 2012 bleef de opbrengst doorstijgen bij verhoging van de N-gift tot >300 kg N per ha. Wederom waren er in juni en juli geen duidelijk zichtbare verschillen in loofontwikkeling

en -kleur tussen de verschillende N-objecten en was de bodemvoorraad stikstof in juni hoog. De meetuitslagen van de verschillende N-bijmestsystemen wezen evenmin op ernstig stikstoftekort. Weer ontstonden de verschillen tussen de N-niveaus pas aan het einde van het groeiseizoen. Het loof bleef langer groen bij hogere N-gift, waardoor de productie langer doorging.

De NBS-sensing-systemen adviseerden hogere bijmestgiften dan Aardappelmonitoring en 'Bemestingsnavigator aardappel', wat gezien de opbrengstreactie op stikstof terecht was.

Het effect van droogte op het functioneren van de N-bijmestsystemen kon in 2012 niet worden beoordeeld, omdat er geen sprake was droogte. De zomer van 2013 was wel droog. Hoewel de NBS-sensing systemen terechte, hogere bijmestgiften adviseerden dan Aardappelmonitoring en 'Bemestingsnavigator aardappel,' kan op basis van een eenmalig resultaat nog niet worden beoordeeld of NBS-gewassensing onder droge omstandigheden betere informatie geeft over de stikstofstatus van het gewas dan meting van het nitraatgehalte in het sap van de bladstelen en het loofgewicht. Dit moet meermalen worden vastgesteld voordat het met zekerheid vast staat. Ook is het daadwerkelijk gegeven advies sterk afhankelijk van de rasspecifieke kalibratielijnen.

Bij de bladbemesting met urean stierf het loof in verhouding tot de hoogte van de totale N-gift relatief vroeg af. Het gaf ook een lagere opbrengst en slechtere stikstofbenutting dan bijbemesting met KAS. Onder droge groeiomstandigheden wordt van bladbemesting met urean verwacht dat dit tot een hogere stikstofefficiëntie leidt dan bijbemesting met een korrelmeststof, maar in de proef op löss in 2013 bracht het geen verbetering.

De stikstofbenutting door het gewas te Hulsberg was in beide proefjaren aan de lage kant. Een hogere benutting zou tot een hogere stikstofopname en opbrengst hebben geleid. Belemmering van de N-opname door het gewas door droogte of verlies door uitspoeling lijken in 2012 geen rol te hebben gespeeld. De indruk is dat de productie te Hulsberg door andere groeifactoren is belemmerd dan alleen stikstof. Welke factoren dat zijn geweest, is niet duidelijk. Wellicht is een hoge zoutconcentratie (met name chloride als antagonist van stikstof) de oorzaak geweest van een verminderde N-efficiëntie. In 2013 is de productie te Hulsberg wellicht geremd door de droogte. Verder viel op dat de gemeten Nmin-voorraad in de bodem aan het begin van de zomer erg hoog was, maar daarna zeer snel afnam. De indruk is dat er sterke bodemmineralisatie optrad in het voorjaar en vastlegging van stikstof in de bodem (door het bodemleven) in de zomer. Deze N-dynamiek in de bodem maakt het lastig om de stikstofbehoefte van het gewas goed te voorspellen.

Er lijkt in de proeven te Hulsberg sprake te zijn geweest van bijzondere groeiomstandigheden waar geen enkel N-adviesstelsel voldoende op heeft geanticipeerd. In beide proeven zou naast de N-bijmestsystemen ook niet op basis van de N-bemestingsrichtlijn, noch op basis van visuele beoordeling van de gewasstand, zijn besloten om in de periode tussen half juni en half juli fors bij te bemesten. Het effect van de hoogte van de stikstofgift werd pas op het eind van het groeiseizoen zichtbaar, ruim na de meetperiode van de N-bijmestsystemen. Deze situatie werd door geen enkel N-adviesstelsel voorzien.

Het omgekeerde N-venster als indicator voor bijbemesting heeft in de proeven van 2012 niet goed gefunctioneerd. Het gaf te Hulsberg geen aanleiding tot bijbemesting en te Vredepeel tot een geringe bijbemesting. In 2013 functioneerde het beter, maar het tekende relatief laat ten opzichte van de momenten waarop de andere systemen een N-tekort aangaven. De toepassing van een omgekeerd N-venster als indicator voor bijbemesting wordt daarom als niet perspectiefvol beoordeeld.

De toepassing van N-bijmestsystemen leidde door de bank genomen tot een wat betere benutting van stikstof. Het leidde in de proeven van 2012 en de proef op zand van 2013 tot een iets hogere N-opname. In die laatste proef leidde het ook tot een stikstofbesparing.

Perspectief

De nieuwe N-bijmestsystemen 'NBS-gewassensing + N-balans' en 'Bemestingsnavigators aardappel' lijken voor de aardappelteelt op zand perspectiefvol.

De proeven op löss maken duidelijk dat verdere optimalisatie van de N-bijmestsystemen nodig is, waarbij rekening moet worden gehouden met specifiek groeiomstandigheden als perceelskenmerken en N-beschikbaarheid in de bodem later in het seizoen. Voor wat betreft bemesting kan daarbij ook worden gedacht aan het volledig uitsluiten van tekorten aan andere nutriënten.

Een kritische succesfactor bij NBS-gewassensing is het goed kunnen schatten van de opbrengst en N-opname door het gewas op basis van de gewasontwikkeling aan het begin van de zomer (juni- begin juli) dan wel van de streefwaarde voor de N-inhoud bij gewassluiting.

Verder is verbetering van de nauwkeurigheid van de meettechniek en de betrouwbaarheid van de relatie tussen vegetatie-index en N-inhoud van het gewas nog een aandachtspunt in de verdere ontwikkeling van NBS-gewassensing. De hoek waaronder de reflectie wordt gemeten, de hoogte van de sensor en de invloed van bewolking op de uitkomsten van de reflectiemeting kunnen invloed hebben op de berekende vegetatie-index. Bloei van het aardappelgewas heeft waarschijnlijk ook invloed op het sensing-resultaat.

'NBS-gewassensing + N-balans' kan nog verder worden doorontwikkeld door verfijningen aan te brengen voor teeltdoel en ras en een meer nauwkeurige voorspelling van de N-mineralisatie.

Het perspectief van 'NBS-gewassensing meermalig' (met N-streefopnamecurve, zonder Nmin-meting) is op basis van één proefjaar nog niet aan te geven. Daarvoor moet het systeem vaker en onder uiteenlopende groeiomstandigheden worden getest.

Voor implementatie in de praktijk van NBS-gewassensing zonder Nmin-meting kan op dit moment worden uitgegaan van NBS-sensing bij gewassluiting met eenmalige bijmestgift waarbij de streef-N-opname bij gewassluiting afhankelijk wordt gesteld van de streefopbrengst.

Het bleek bij Aardappelmonitoring goed mogelijk te zijn om het loofgewicht te bepalen op basis van gewassensing in plaats van door wegen van het loof van vijf planten. Sensing gaf zowel in de proef te Vredepeel als te Hulsberg in 2012 een nagenoeg gelijk beeld van de loofontwikkeling en hetzelfde bijmestadvies.

Het nieuwe Bemestingsnavigators aardappel van Altic was een verbetering van Aardappelmonitoring Classic.

1 Inleiding

Het Masterplan Mineralen Management (MMM) streeft naar een emissie-neutrale akkerbouw in 2030 met behoud van rentabiliteit van teelten. De verliezen van nutriënten naar bodem, water en lucht mogen daarbij niet hoger zijn dan de emissie op onbemeste gronden. Als tussendoel moet de nutriëntenemissie naar grond- en oppervlaktewater in 2017 voldoen aan de normen die zijn gesteld in de Kaderrichtlijn Water en de EU-Nitraatrichtlijn.

Dit vraagt om een optimaal en efficiënt mineralengebruik. De benutting van mineralen door gewassen moet omhoog en dientengevolge moeten het overschot en de verliezen omlaag. Om dit te bereiken, moet de huidige kennis over efficiënte bemesting maximaal worden ingezet, maar is ook vernieuwing en innovatie van het mineralenmanagement nodig.

Één van de vijf hoofdthema's in het MMM is timing en management van mineralen: voedingsstoffen op de juiste plaats, in de juiste hoeveelheid, in de juiste vorm en op het juiste moment voor de plant (het gewas) beschikbaar krijgen. Één van de vragen binnen dit thema is om nieuwe bijmestsystemen en –strategieën voor aardappel te ontwikkelen.

Aardappel is een gewas dat de aangeboden stikstof matig tot vrij slecht benut. Veelal wordt niet meer dan 50% van de toegediende (werkzame) stikstof teruggewonnen via de geoogste knollen en blijft er na oogst veel stikstof achter in de bodem. Deze gaat in de herfst- en winterperiode deels verloren door uitspoeling en denitrificatie. Op droge zandgronden en lössgronden (waar nauwelijks denitrificatie plaatsvindt) betreft het verlies merendeels uitspoeling.

De oorzaken van de lage N-benutting bij aardappel zijn een gevolg van:

- gewaseigenschappen, waaronder beworteling en het stikstofopnamepatroon;
- een (te) hoge stikstofgift.

De stikstofbenutting van aardappel kan worden verbeterd door:

1. te zorgen voor een goede bodemkwaliteit (bewortelbaarheid, gezondheid en vochtvoorziening);
2. veredeling op een betere stikstofefficiëntie;
3. overdosering van stikstof te voorkomen door een goede afstemming van de stikstofgift op de gewasbehoefte en het stikstofaanbod uit andere bronnen, zoals mineralisatie in de bodem.

Dit project richt zich op het laatst genoemde punt. De krappe N-gebruiksnormen voor zand en löss maken het noodzakelijk om zo efficiënt mogelijk met stikstof om te gaan om opbrengstderving zo veel mogelijk te beperken. Het is hierbij zaak om zo goed mogelijk perceelsgericht te bemesten. Door op percelen met een sterkere stikstoflevering te besparen op de stikstofgift, houdt men stikstof over om de schralere percelen wat extra te geven. Perceelsgerichte bemesting is mogelijk door een goede voorspelling van het N-leverend vermogen van de grond of door toepassing van een stikstofbijmeststelsel (NBS). Door controle en bijsturing van de stikstofvoorziening tijdens de teelt met behulp van een NBS kan worden ingespeeld op variatie in mineralisatie en stikstofverliezen tijdens de teelt, zowel tussen percelen als tussen jaren.

Het project “Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond” is verdeeld in drie fasen. In fase 1 (2011) is een deskstudie uitgevoerd naar:

- a. de oorzaken van de lage N-benutting bij aardappel, de mogelijkheden om dit te verbeteren en de knelpunten die zich hierbij voordoen;
- b. de resultaten die zijn bereikt in aardappel met systemen van geleide bemesting, precisiebemesting en plaatsspecifieke bemesting;
- c. de mogelijkheden om bestaande bemestingssystemen te verbeteren en om nieuwe bemestings-systemen en –strategieën te ontwerpen.

In fase 2 (2012-2013) zijn veldproeven uitgevoerd op zuidoostelijke zandgrond en op löss, waarin de nieuwe bemestingssystemen zijn beproefd. In fase 3 (2014) zouden de systemen die als perspectiefvol uit de veldproeven naar voren komen (effectief en praktisch haalbaar), worden getoetst op een aantal praktijkbedrijven op zand en löss (of indien gewenst ook op klei). Echter, door voortijdige beëindiging van het project vanwege de opheffing van PA, is fase 3 komen te vervallen. Wel zijn in 2013 enkele systemen getoetst op twee praktijkbedrijven op zuidoostelijke zandgrond.

Aan het begin van fase 2 is een klankbordgroep geformeerd bestaande uit acht aardappeltelers uit het zuidoostelijk zandgebied en drie telers uit het lössgebied. Deze groep was actief bij het project betrokken en beoordeelde met name de praktische haalbaarheid van de bemeststrategieën. Aan het einde van de tweede fase zou in overleg met de leden van de klankbordgroep worden vastgesteld welke bemestingssystemen in de derde fase in praktijk werden getoetst, maar fase 3 is komen te vervallen.

De punten a. en b. van de eerste fase zijn uitgewerkt in het rapport “Nieuwe bemestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1a: Deskstudie”. Hierin is onder meer geconcludeerd dat een N-bijmeststelsel de beste mogelijkheid biedt om een hoge N-benutting bij behoud van opbrengst en kwaliteit te realiseren. Een N-bijmeststelsel op basis van gewassensing is het meest perspectiefvol, maar staat nog in de kinderschoenen. Verbetering zijn nodig en lijken ook mogelijk. Aanbevolen is het vervolg van het onderzoek hierop in te steken. In het rapport “Nieuwe bemestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1b: ontwerp van systemen en plan van aanpak veldonderzoek” zijn nieuwe dan wel verbeterde N-bijmeststrategieën op basis van gewassensing beschreven en is een plan van aanpak opgesteld om deze strategieën te toetsen in veldproeven en te vergelijken met huidige en nieuwe strategieën. Het plan van aanpak en de te toetsen strategieën zijn tijdens twee bijeenkomsten met de klankbordgroep in het eerste kwartaal van 2012 bediscussieerd en vastgesteld.

Het voorliggende (tussen)rapport gaat in op de veldproeven van 2012 en 2013 die zijn uitgevoerd op een zuidoostelijke zandgrond (Vredepeel) en op löss (Hulsberg). In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt de opzet en uitvoering van de proeven beschreven. In de hoofdstukken 3 t/m 6 worden per proef de resultaten weergegeven. In hoofdstuk 7 worden de resultaten bediscussieerd.

2 Opzet en uitvoering

2.1 N-bijmestsystemen in de proeven

In overleg met de klankbordgroep zijn de hierna genoemde N-bijmestsystemen in de proeven opgenomen. Voor de beschrijving en achtergronden van de systemen: zie de rapporten “Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond - Deel 1a en Deel 1b (van Geel et al., 2011 & van Geel et al., 2012).

2.1.1 NBS-gewassensing

Bij NBS-gewassensing wordt de lichtreflectie door het gewas gemeten. Uit de reflectie van groen licht (560 nm) en infrarood (810 nm) wordt de vegetatie-index $WDVI_{\text{groen}}$ berekend. Hiervan wordt de N-opname door het gewas afgeleid met behulp van een ijklijn die het verband weergeeft tussen $WDVI_{\text{groen}}$ en de N-opname. Bij de huidige methode wordt vanaf 90% grondbedekking door het gewas een N-bijmestadvies gegenereerd. Daartoe wordt de gemeten N-inhoud van het gewas vergeleken met een streefwaarde. Tot nu toe werd een vaste streefwaarde gehanteerd van 200 kg N per ha voor consumptieaardappel en 175 kg N per ha voor zetmeelaardappel. Als de gemeten N-inhoud hoger is dan de streefwaarde, hoeft niet te worden bijbemest. Als de N-inhoud lager is dan de streefwaarde, wordt een bijmestadvies gegeven. De bijmestgift wordt berekend als het verschil tussen de streef-N-inhoud van het gewas en de gemeten N-inhoud.

Deze methode is oorspronkelijk ontwikkeld met de CropScan-sensor. Deze sensor is geschikt voor hand-metingen, maar niet voor gebruik op een trekker of spuitboom. In het onderzoek van 2012-2014 is daarom de Yara N-sensor gebruikt. Hierbij is de vegetatie-index S1 van de Yara N-sensor omgerekend naar de $WDVI_g$ van de CropScan volgens de relatie die Van Evert et al. (2012) vonden: $WDVI_g = 1,604 * S1$. Vervolgens is de met de CropScan-methode opgestelde ijklijn gebruikt om de N-inhoud van het aardappel-gewas te schatten.

NBS-gewassensing vanaf gewassluiting met opbrengstafhankelijke streefwaarde

In het onderzoek van 2012-2013 is de vaste streefwaarde voor de N-opname bij gewassluiting vervangen door een opbrengstafhankelijk streefwaarde. Door de streefwaarde afhankelijk te stellen van de opbrengst-verwachting, kunnen hiervoor gedifferentieerde bijmestadviezen worden gegeven en kan de kans op over- of onderdosering van stikstof worden verkleind.

Op basis van in het verleden behaalde aardappelopbrengsten op de proefpercelen is aanvankelijk uitgegaan van een streefopbrengst van 65-70 ton per ha bruto knolopbrengst voor de proef op zand en van 60-65 ton per ha voor de proef op löss. In 2012 is vanwege een matige gewasontwikkeling in het voorjaar de opbrengstverwachting iets naar beneden toe bijgesteld: 60-65 ton per ha voor de proef op zand en 60 ton per ha voor de proef op löss. In 2013 is in de proef op zand vanwege een goede gewasontwikkeling in het voorjaar een streefopbrengst van 70 ton per ha aangehouden en op löss 65-70 ton per ha.

Op basis van de streefopbrengst is de totale stikstofopname van het gewas (N_{max}) geschat. N_{max} is berekend als: $1,188 * \text{totale N-opname in de knollen bij oogst}$ (Neeteson et al., 1987). De N-opname in de knollen is geschat door de bruto-knolopbrengst te vermenigvuldigen met een gemiddeld N-gehalte in de knollen van 3,3 kg per ton voor consumptieaardappel (Van Dijk & Van Geel, 2012). Dit resulteert bijvoorbeeld voor de proef te Vredepeel in 2012 in: $62,5 \text{ ton/ha} * 3,3 \text{ kg/ton} * 1,188 = 245 \text{ kg N per ha}$. Als streefwaarde voor de N-opname bij gewassluiting is uitgegaan van 80% van N_{max} . Voor de proef te Vredepeel in 2013 is de streefwaarde bij gewassluiting dan $80\% * 245 = 196 \text{ kg N per ha}$ (afgerond 200 kg N per ha). Voor Vredepeel 2013 was die streefwaarde 220 kg N per ha en voor de proeven te Hulsberg 190 kg N per ha in 2012 en 210 kg N per ha in 2013.

NBS-gewassensing met N-streefopnamecurve en N-balansmethode

Bij dit systeem is de streefwaarde voor de stikstofinhoud van het gewas op een vast moment (bij gewassluiting) vervangen door een normlijn voor het stikstofopnameverloop in de tijd (de streefopnamecurve). Er wordt ca. 3 weken na opkomst gestart met meten. Daarna wordt wekelijks gemeten, totdat het loof in elkaar gaat zakken. Als de gemeten N-opname onder de normlijn komt, wordt een bijmestadvies berekend.

De normlijn is gebaseerd op de streefopbrengst (en daarvan afgeleide N-opname door het gewas; N_{max}) en de actuele temperatuursom. Door de N-opnamecurve uit te zetten tegen de actuele temperatuursom in plaats van tegen het aantal dagen na poten of opkomst, wordt rekening gehouden met de invloed van de temperatuur op het verloop van gewasgroei en N-opname. Er is gebruik gemaakt van de relatie tussen T-som en stikstofopnamepatroon die is opgesteld door Steltenpool & Van Erp (1995). Voor het onderzoek is onderstaande relatie gehanteerd:

$$250 + N_{max} * e^{-e^{-0,00494 * (T-som - 544)}}$$

De T-som is hierbij berekend vanaf de datum van opkomst. Er is een basistemperatuur van 2 °C gehanteerd (berekening T-som op basis van de gemiddelde etmaaltemperatuur minus 2 graden).

De bijmestgift is berekend met een N-balansmethode, analoog aan het NBS-bodem (zie van Geel et al., 2011 & van Geel et al., 2012):

$N\text{-gift} = \text{Nog op te nemen hoeveelheid N} + \text{buffer} - N_{min} - N\text{-mineralisatie}$.

De nog op te nemen hoeveelheid stikstof door het gewas tot einde teelt wordt berekend als: N_{max} minus de gemeten actuele N-opname. Het is ook mogelijk om de N-opname te berekenen tot aan een volgend meetmoment. In dat geval moet de gewenste N-opname op dat volgende meetmoment worden geschat m.b.v. de T-somcurve, op basis van een gemiddeld temperatuurverloop voor de periode van het jaar tussen het huidige en het volgende meetmoment.

De buffer bedraagt bij de eerste meting (drie à vier weken na opkomst) 80 kg N per ha voor klei- en lössgrond en 60 kg N per ha voor zand- en dalgrond. Bij de volgende metingen wordt de buffer met 5 kg N per ha per week verlaagd (geteld vanaf het moment van de eerste meting).

De N_{min} in de bodem wordt gemeten: tot 60 cm diepte op klei- en lössgrond en tot 30 cm diepte op zandgrond.

Van het benodigde N-aanbod wordt de bijdrage door stikstofmineralisatie in de bodem afgetrokken. In het NBS-bodem wordt hiertoe gerekend met gemiddeld 1 kg N per ha per dag tot 1 augustus voor consumptie-aardappel en tot 15 augustus voor zetmeelaardappel. Voor een naar verwachting zwakker mineraliserende grond wordt 0,8 kg N per ha per dag aangehouden en voor een sterker mineraliserende grond 1,2 kg N per ha per dag. Voor de proefvelden op zand en löss is in beide jaren 1 kg per ha per dag gehanteerd.

Naast de bodemmineralisatie is voor de proef te Vredepeel de N-werking uit de toegediende organische mest in mindering gebracht en voor de proef te Hulsberg de N-werking van een in het voorjaar ingewerkte groenbemester (gele mosterd). De mineralisatie is geschat met het mineralisatiemodel MINIP (Janssen, 1996). De berekening is gebaseerd op de gemeten samenstelling van de organische mest te Vredepeel. Voor de groenbemester te Hulsberg is op basis van de (forse) gewasontwikkeling de N-inhoud geschat op 100 kg N per ha bij inwerken in 2012 en 90 kg N per ha bij inwerken in 2013. Voor de C/N-verhouding is een forfaitaire waarde van 20 gehanteerd.

NBS-gewassensing meermalig met N-streefopnamecurve

Bij deze variant van NBS-gewassensing wordt ook een normlijn voor het stikstofopnameverloop in de tijd gehanteerd en wordt een bijmestadvies berekend zodra de gemeten N-opname onder de normlijn komt. De bijmestgift wordt eenvoudiger bepaald dan met de N-balansmethode. Er vindt geen N_{min} -meting plaats.

Ca. 3 weken na opkomst worden gestart met meten. Daarna wordt wekelijks gemeten, totdat het loof in elkaar gaat zakken. Als de N-opname onder de normlijn komt, wordt de bijmestgift berekend als:

- a) vóór gewassluiting: $N\text{-gift} = (\text{streefopname} - \text{gemeten N-opname}) \times 2$
- b) na gewassluiting: $N\text{-gift} = \text{streefopname} - \text{gemeten N-opname}$
- c) bij de laatste meting (kort voordat het loof gaat inzakken): $N\text{-gift} = N_{max} - \text{gemeten N-opname}$

Dit bijmestsysteem is alleen in de proeven van 2013 opgenomen.

2.1.2 Aardappelmonitoring

Aardappelmonitoring Classic

Het klassieke aardappelmonitoring, dat is ontwikkeld door Altic, is als referentie opgenomen in de proeven om de nieuwe bijmestsystemen te kunnen vergelijken met een traditioneel systeem. De bijmestgift wordt bij dit systeem bepaald op basis van het nitraatgehalte in de bladsteeltjes en het loofgewicht.

Aardappelmonitoring Online

Bij Aardappelmonitoring Online wordt de loofgroei gemonitord met behulp van gewassensing. Aanvankelijk vond dit plaats aan de hand van satellietbeelden. In het onderzoek van 2012-2013 is dit vervangen door de Yara N-sensor. Voor deze toepassing wordt een relatie gelegd tussen een vegetatie-index en de bovengrondse biomassa. Hiervoor is een ijklijn beschikbaar.

Aardappelmonitoring Online is alleen in 2012 als apart object in de proeven opgenomen (niet meer in 2013).

Bemestingsnavigator aardappel

Een tweede, nieuwe variant van aardappelmonitoring die in de proeven is opgenomen betreft de Bemestingsnavigator aardappel. In de voorgaande rapporten van dit PA-project is dit systeem nog aangeduid als Aardappelbemestingsindicator. Het systeem bestaat uit het klassieke aardappelmonitoring aangevuld met gelijktijdige meting van de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm. Rond knolzetting wordt twee keer bemonsterd (bladstelen, loofgewicht en bodem) met een tussenperiode van een week. Het bijmestadvies wordt berekend door eerst het aardappelmonitoringsadvies op basis van loofgewicht en nitraatgehalte in de bladstelen vast te stellen. Vervolgens wordt op dit advies een correctie aangebracht op basis van de minerale N-voorraad.

2.2 Opzet van de proeven

In de veldproeven is een basisgift bij poten van 150 kg N per ha aangehouden (ca. 60% van de N-gift volgens de N-bemestingsrichtlijn). De basisgift in de veldproef op zand bestond uit een gift varkensdrijfmest à ca. 100 kg werkzame N per ha vóór poten, aangevuld met ca. 50 kg N per ha als KAS. In de proef op löss is er om praktische redenen van uitvoering voor gekozen om de gehele basisbemesting met KAS uit te voeren vóór poten. De bijbemesting vond ook plaats met KAS.

Naast de in paragraaf 2.1 beschreven bijmestsystemen is in de beide veldproeven een reeks vaste N-trappen opgenomen (incl. een nulobject) om af te kunnen leiden wat de optimale N-gift is onder de betreffende groeiomstandigheden in de proeven. De resultaten van de N-bijmestsystemen kunnen hieraan worden gespiegeld. De onderstaande vaste trappen zijn opgenomen:

Proef op zand

1. Nulobject (geen N-bemesting)
2. Basisgift VDM, 30 ton per ha, ca. 100 kg N-werkzaam per ha
3. Basisgift VDM (100 kg N-wz./ha) + 50 kg N/ha bij poten
4. Basisgift VDM (100 kg N-wz./ha) + 50 kg N/ha bij poten + 75 kg N/ha bij knolzetting
5. Basisgift VDM (100 kg N-wz./ha) + 100 kg N/ha bij poten + 75 kg N/ha bij knolzetting + 25 kg N/ha eind juni

Proef op löss

1. Nulobject (geen N-bemesting)
2. Basisgift 100 kg N per ha
3. Basisgift 150 kg N/ha
4. Basisgift 150 kg N/ha + 75 kg N/ha bij knolzetting
5. Basisgift 200 kg N/ha + 75 kg N/ha bij knolzetting + 25 kg N/ha eind juni

De hoogste N-trap (nr. 5) fungeerde in de proeven tevens als omgekeerd N-venster. Dat is een venster dat hoger worden bemest dan de rest van het perceel en als referentie met een ruim voldoende stikstofvoorziening dient. Op basis van het verschil in N-opname (gemeten met een gewassensor) tussen de omgekeerde vensters en de rest van het perceel, kan een bijmestadvies worden afgeleid.

Bijbemesting op basis van omgekeerde N-venster is na overleg met de klankbordgroep niet in de proeven opgenomen, omdat de aanleg van een omgekeerd N-venster niet praktisch is. Wel is nagegaan in hoeverre het omgekeerde venster tekende ten opzichte van de andere N-trappen en is de bruikbaarheid ervan beoordeeld.

In de proef op zand is berekend indien nodig. In de proef op löss is, na raadpleging van de klankbordgroep, besloten om niet te berekenen. Dit is de meest representatieve situatie voor de praktijk. Vanwege het risico van beperking van de N-opname door het gewas bij droogte kan het wenselijk zijn in geval van stikstofdeling de gehele bijmestgift vroeg te strooien (bij knolzetting). In de proef op löss is daarom een extra (reserve)object opgenomen, waarbij in geval van droogte eenmalig wordt bijbemest bij knolzetting met KAS of meermalig wordt bijbemest via bladbemesting met urean. De bemestingswijze en de hoogte van de N-gift zijn tijdens het groeiseizoen vastgesteld in overleg met de klankbordgroep.

Beide proeven zijn aangelegd als gewarde blokkenproef in vier herhalingen. De proefveldschema's zijn weergegeven in de bijlagen 1 t/m 4.

2.3 Proefuitvoering

De proeven zijn uitgevoerd op het PPO-proefbedrijf te Vredepeel (zand) en op een praktijkperceel in Zuid-Limburg (löss). De bodemvruchtbaarheidstoestand van de percelen is weergegeven in bijlage 5. In tabel 1 is een aantal gegevens opgenomen van de teelt en uitvoering van de proeven.

Tabel 1a. **Gegevens van de teelt en proefuitvoering te Vredepeel**

	2012	2013
Voorvrucht:	snijmaïs	snijmaïs
Nmin voorjaar 0-30 cm:	19 kg N/ha	7 kg N/ha
30-60 cm:	19 kg N/ha	13 kg N/ha
Bemesting:	zie bijlage 1 en tabel 3	zie bijlage 2 en tabel 13
Hoofdgrondbewerking:	ploegen op 6 april	ploegen op 5 april
Aardappelras:	Fontane	Fontane
Teeltdoel:	verwerking tot frites	verwerking tot frites
Pootdatum:	17 april 2012	17 april 2013
Pootafstand:	75 cm x 33 cm	75 cm x 33 cm
Opkomstdatum:	20 mei 2012	23 mei 2013
Rugopbouw (aanaarden):	enkele dagen na poten	enkele dagen na poten
Ziekte- en onkruidbestrijding:	volgens praktijk	volgens praktijk
Berekening:	er is 1x berekend op 17 augustus	er is 4 x berekend op 12 juni, 12 juli, 20 juli en 10 augustus
Oogstdatum netto veldjes:	11 oktober 2012	25 september 2013
Grootte netto veldjes:	10 m x 1,5 m	10 m x 1,5 m

Tabel 1b. **Gegevens van de teelt en proefuitvoering te Hulsberg**

	2012	2013
Voorvrucht:	wintertarwe + gele mosterd groenbemester	wintertarwe + gele mosterd groenbemester
Nmin voorjaar 0-30 cm:	32 kg N/ha	34 kg N/ha
30-60 cm:	16 kg N/ha	29 kg N/ha
Bemesting:	zie bijlage 3 en tabel 8	zie bijlage 4 en tabel 18
Hoofdgrondbewerking:	niet kerende grondbewerking op 30 april	niet kerende grondbewerking op 9 april
Aardappelras:	Fontane	Fontane
Teeltdoel:	verwerking tot frites	verwerking tot frites
Pootdatum:	30 april 2012	18 april 2013
Pootafstand:	75 cm x 33 cm	75 cm x 33 cm
Opkomstdatum:	29 mei 2012	22 mei 2013
Rugopbouw (aanaarden):	meteen bij poten	meteen bij poten
Ziekte- en onkruidbestrijding:	volgens praktijk	volgens praktijk
Beregening:	geen beregening	geen beregening
Oogstdatum netto veldjes:	10 oktober 2012	1 oktober
Grootte netto veldjes:	10 m x 1,5 m	10 m x 1,5 m

In de proeven te Vredepeel is kort vóór ploegen 30 ton per ha varkensdrijfmest toegediend met een bouwlandinjecteur (in beide jaren op 3 april), behalve bij het nulobject. De mest van 2012 bevatte 4,5 kg N per ton, waarvan 3,2 kg in minerale vorm en 1,2 kg in organische gebonden vorm. Totaal is 135 kg N per ha toegediend. Voor de gebruiksnormen geldt een forfaitaire werkingscoëfficiënt van 70%. Dit komt neer op een aanvoer van 95 kg werkzame N per ha. De mest van 2013 bevatte 4,8 kg N per ton, waarvan 3,6 kg in minerale vorm en 1,2 kg in organische gebonden vorm. Totaal is 143 kg N per ha toegediend, waarvan 100 kg werkzame N (70%) meetelt voor de gebruiksnormen. De daadwerkelijk N-werking is op basis van de samenstelling van de mest in beide jaren geschat op ruim 80% m.b.v. de vuistregels in de adviesbasis bemesting (van Dijk & van Geel, 2012).

De aanvullende basisgift met KAS is in 2012 na het poten gestrooid, vlak vóór het aanaarden van de ruggen. In 2013 is deze vóór poten gestrooid, op dezelfde dag als de mesttoediening (3 april).

In de proef te Hulsberg is de basisgift KAS bij alle objecten in één keer gestrooid vóór de niet-kerende hoofdgrondbewerking. Het poten en aanaarden op löss is in één werkgang uitgevoerd.

De gele mosterd groenbemester te Hulsberg was in beide jaren fors ontwikkeld (gewashoogte 1,5 m in 2012 en 0,8-1,0 m in 2013). De gele mosterd is beide jaren in februari dood gevoren en eind maart 2012 dan wel begin april 2013 ingewerkt.

In de proef te Vredepeel is er 2012 door frequente en ruime hoeveelheid neerslag tijdens de groeiperiode niet beregend in de maanden mei, juni en juli. Na een periode van hoge temperaturen en droogte is er op 17 augustus één keer beregend. In de proef van 2013 is vier keer beregend op 12 juni, 12 juli, 20 juli en 10 augustus.

In 2012 is 3,5 weken na opkomst te Vredepeel en 3 weken na opkomst te Hulsberg gestart met de metingen en bemonsteringen voor de N-bijmestsystemen. In 2013 is op beide proeflocaties 2,5 weken na opkomst gestart. De verschillende metingen/bemonsteringen zijn voor alle systemen steeds op dezelfde dag uitgevoerd. In de tabel 2 is hiervan een overzicht gegeven.

De lichtreflectie door het gewas is gemeten met een handheld Yara-N-sensor. De metingen zijn wekelijks

uitgevoerd, tot het moment dat het loof in elkaar ging zakken. Daarna is geen betrouwbare meting meer mogelijk. Totaal is vier keer gemeten in 2012 en vijf (Vredepeel) tot zes (Hulsberg) keer in 2013. De metingen zijn bij alle objecten uitgevoerd om verschillen in gewasontwikkeling en N-opname tussen de objecten te registreren.

Bij het object 'NBS-gewassensing + N-balans' wordt in principe de Nmin-voorraad pas gemeten, als de uit de gewasreflectie afgeleide N-opname onder de normlijn komt. In de proeven echter, is de Nmin wekelijks gemeten. Op beide proeflocaties is de Nmin in de laag 0-30 cm gemeten. Op het lössperceel was het de bedoeling om in de laag 0-60 cm te meten, maar omdat de ondergrond hard en droog was, lukte dat niet. Voor de Aardappelmonitoringsobjecten zijn in alle vier de veldjes per object 10 bladsteeltjes geplukt en samengevoegd tot een mengmonster van 40 bladsteeltjes. Het nitraatgehalte is gemeten door Altic. Voor 'Aardappelmonitoring Classic' en 'Bemestingsnavigator aardappel' is in alle vier de veldjes per object het loof van twee planten afgesneden, samengevoegd tot een monster van acht planten en gewogen. In principe worden bij Bemestingsnavigator twee bemonsteringsdata gehanteerd. In de proeven van 2012 is nog op vier momenten gemeten en in de proeven van 2013 op twee momenten. Verder zijn in 2012 op een aantal momenten tijdens de groeiperiode foto's gemaakt van de gewasstand bij de verschillende objecten.

Tabel 2a. **Overzicht metingen en bemonsteringen in het gewas voor de bijmestsystemen in 2012**

Object	Waarneming/meting	Datum							
		Vredepeel:	12/6	21/6	28/6	5/7	24/7	21/8	
		Hulsberg:	19/6	27/6	4/7	13/7	9/8	12/9	
Visuele beoordeling gewas	Stand, kleur, bodembedekking, afsterving		x				x		x
Alle objecten	Meting met de Yara-sensor		x	x	x	x			
NBS-gewassensing + N-balans	Nmin-voorraad 0-30 cm		x	x	x	x			
Aardappelmonitoring Classic + Online	Nitraatgehalte bladsteeltjes		x	x	x	x			
Aardappelmonitoring Classic	Loofgewicht bepalen		x	x	x	x			
Bemestingsnavigator aardappel	Nitraatgehalte bladsteeltjes + loofgewicht bepalen + Nmin-voorraad 0-30 cm		x	x	x	x			

Tabel 2b. **Overzicht metingen en bemonsteringen in het gewas voor de bijmestsystemen in 2013**

Object	Waarneming/meting per locatie	Datum							
		VP:	11/6	18/6	26/6	3/7	5/8	9/9	
Visuele beoordeling gewas	Stand, kleur, bodembedekking, afsterving	HB:	10/6	24/6	2/7	9/8	10/9		
Alle objecten	Meting met de Yara-sensor	VP:	10/6	17/6	24/6	2/7	8/7		
		HB:	10/6	17/6	24/6	2/7	8/7	15/7	
NBS-gewassensing + N-balans	Nmin-voorraad 0-30 cm	VP:	11/6	18/6	26/6	3/7			
		HB:	10/6	24/6	2/7	8/7	15/7		
Aardappelmonitoring	Nitraatgehalte bladsteeltjes + loofgewicht bepalen	VP:	11/6	19/6	26/6	3/7			
		HB:	10/6	24/6	2/7	8/7	16/7		
Bemestingsnavigator aardappel	Nitraatgehalte bladsteeltjes + loofgewicht bepalen + Nmin-voorraad 0-30 cm	VP:	11/6	19/6					
		HB:	10/6	24/6					

Na oogst is de knolopbrengst vastgesteld, de maatsortering (<40, 40-50, 50-70 en >70 mm), de uitval en het onderwatergewicht. Verder heeft Altic het droge-stofgehalte in de knollen gemeten en het N-gehalte. Met deze cijfers is de droge-stofproductie berekend en de N-opname in de knollen. Op basis van de N-opname in de knollen is de schijnbare stikstofbenutting (ANR; apparent nitrogen recovery) per object berekend. Dit is de extra N-opname in de knollen ten opzichte van het nulobject, gedeeld door de stikstofgift.

De proefresultaten zijn statistisch geanalyseerd met behulp van het softwarepakket Genstat. Verschillen tussen objecten zijn als statistisch significant aangemerkt indien de overschrijdingskans kleiner is dan 5%. In de tabellen met resultaten in de hoofdstukken 3 t/m 6 is met een lettercode aangegeven of de objecten significant van elkaar verschillen. Als achter de objecten dezelfde letter staat, betekent dit dat ze niet significant van elkaar verschillen. Tevens is LSD-waarde weergegeven: het statistisch kleinste betrouwbare verschil bij een overschrijdingskans van 5%.

In een aantal gevallen is de respons van opbrengst of N-opname op de stikstofbemesting grafisch weergegeven en is een zogenoemde responscurve gefit met behulp van regressieanalyse. Daarbij is de best passende curve geselecteerd op basis van het hoogste percentage verklaarde variantie.

De stikstofbehoefte van Fontane is vergelijkbaar met die van Bintje. De berekende stikstofgift volgens de stikstofbemestingsrichtlijn uit de adviesbasis bemesting (van Dijk & van Geel, 2012) bedroeg:

- 266 kg N per ha voor de proef te Vredepeel in 2012,
- 287 kg N per ha voor de proef te Vredepeel in 2013,
- 232 kg N per ha voor de proef te Hulsberg in 2012,
- 216 kg N per ha voor de proef te Hulsberg in 2013

Voor de proeflocatie Hulsberg kan daar de N-werking uit de ingewerkte groenbemester nog vanaf worden getrokken. Uitgaande van een geschatte N-inhoud van 100 kg N per ha in 2012 en 90 kg N per ha in 2013, is de nawerking aan de hand van de vuistregels in de adviesbasis bemesting geschat op 50 kg N per ha in 2012 en 45 kg N per ha in 2013. Er resteert dan een N-gift van 182 kg N per ha in 2012 en 171 kg N per ha in 2013.

De N-gebruiksnorm in 2012/2013 voor Fontane bedroeg 260 kg N per ha op zandgrond en 255 kg N per ha op lössgrond.

3 Resultaten proef op zand (Vredepeel) 2012

Het voorjaar begon vrij koud, waardoor het gewas traag opkwam. Later tijdens het groeiseizoen wisselden warmere en koelere perioden elkaar af. Gemiddeld genomen was de temperatuur in de periode april t/m augustus normaal.

Er viel te Vredepeel in het voorjaar veel regen, met name in de periode tussen half mei en half juni. Ook juli was een natte maand. In de maanden april t/m augustus viel te Vredepeel bijna 200 mm meer regen dan normaal.

De temperatuur- en neerslaggegevens zijn weergegeven in bijlage 6.

3.1 Bijmestadviezen per systeem

Door de vele neerslag in het voorjaar te Vredepeel moest al vroeg worden bijbemest. De basisgift stikstof bij poten was grotendeels uitgespoeld naar een diepere bodemlaag. De geplande vaste N-trappen zijn daarom te Vredepeel verhoogd (tabel 3).

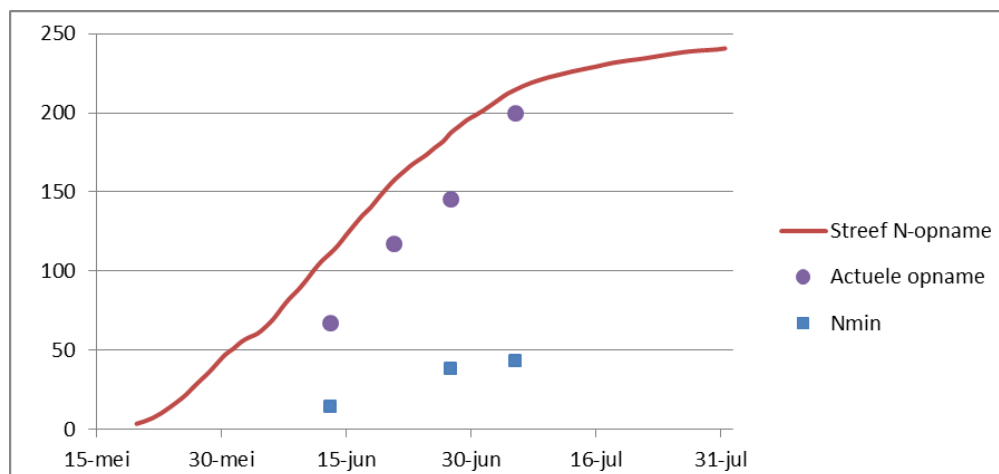
Bij het eerste meetmoment, drieënhalve week na opkomst, gaven alle systemen een bijmestadvies, behalve het systeem 'NBS-gewassensing vanaf gewassluiting', omdat er nog geen 90% grondbedekking was bereikt. Een week later kon bij dit systeem wel een bijmestadvies worden berekend.

NBS-gewassensing + N-balans

In figuur 1 is de streefcurve voor N-opname weergegeven op basis van de T-som, de uit gewassensing afgeleide N-opname en de Nmin-voorraad in de bodemlaag 0-30 cm op de vier meetmomenten. Bij de eerste meting (13 juni) zat de actuele N-opname een stuk onder de streefopnamecurve. Omdat het nog vroeg in het groeiseizoen was, is geen bijmestgift tot einde teelt berekend, maar voor een periode van drie weken vooruit (t/m begin juli). Daardoor kon in de zomer nogmaals worden bijgestuurd.

Er is rekening mee gehouden dat het gewas een aantal weken nodig heeft om de achterstand in te halen, uitgaande van een maximale N-opnamesnelheid van aardappel in de periode juni-half juli van zo'n 5 kg N per ha per dag. De bijmestgift is berekend op 125 kg N per ha (zie bijlage 7).

Na de tweede meting is geen bijmestadvies berekend. Na de derde meting (28 juni) is een bijmestadvies berekend van 75 kg N per ha. Omdat de N-opname een duidelijk stijgende lijn vertoonde en ervan uitgaande dat het gewas meer dan twee weken tijd nodig heeft om de achterstand in te halen, is besloten om niet bij te bemesten en het laatste meetmoment af te wachten. Bij dat laatste meetmoment (5 juli) was de N-opname de normlijn dicht benaderd. Er is een bijmestgift berekend van 14 kg N per ha, maar omdat deze hoeveelheid te klein is om nog goed met KAS te kunnen verstrooien, is niet meer bijbemest.



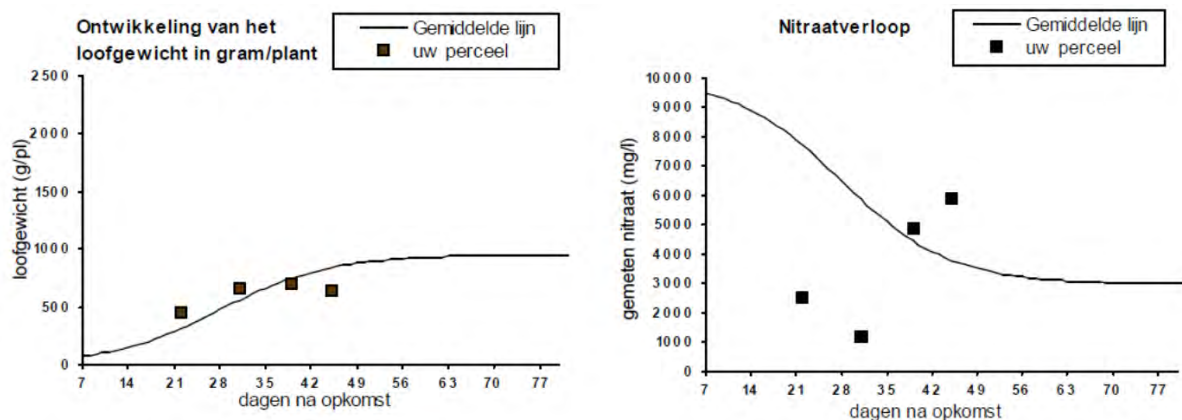
Figuur 1. **Streef N-opname op basis van streefopbrengst en T-som, actuele N-opname afgeleid uit gewassensing en gemeten Nmin 0-30 cm te Vredepeel in 2012**

NBS-gewassensing vanaf gewassluiting

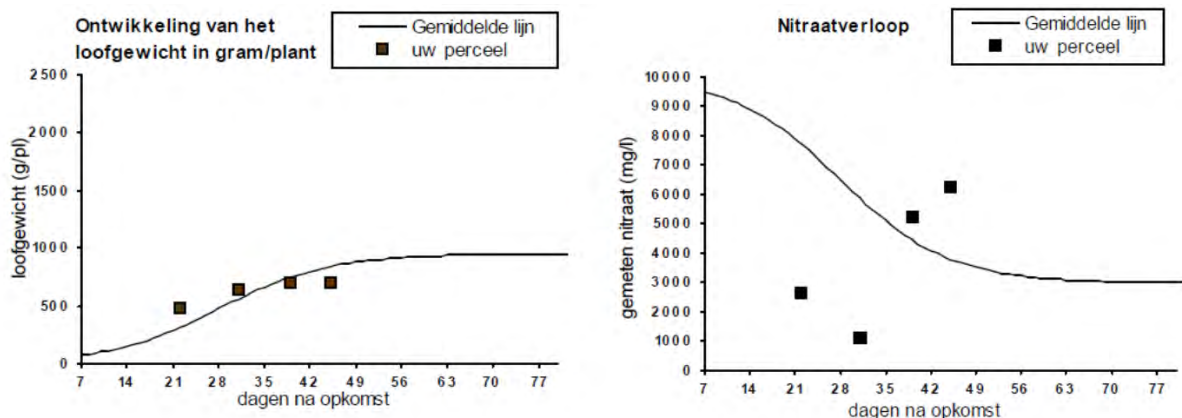
Bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' is na de tweede meting een éénmalig N-bijmestadvies berekend en gestrooid van 90 kg N per ha (zie bijlage 7).

Aardappelmonitoring

In de figuren 2 en 3 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes weergegeven bij Aardappelmonitoring Classic en bij Aardappelmonitoring Online. Beide systemen gaven een nagenoeg identiek beeld en ook hetzelfde bijmestadvies. Na de eerste meting volgde een bijmestadvies van 70 kg N per ha. Dit betrof een gemaximeerde gift (d.w.z. dat hogere adviesgiften dan 70 kg N per ha worden afgetopt op 70). Na de tweede, derde en vierde meting was het bijmestadvies nul.



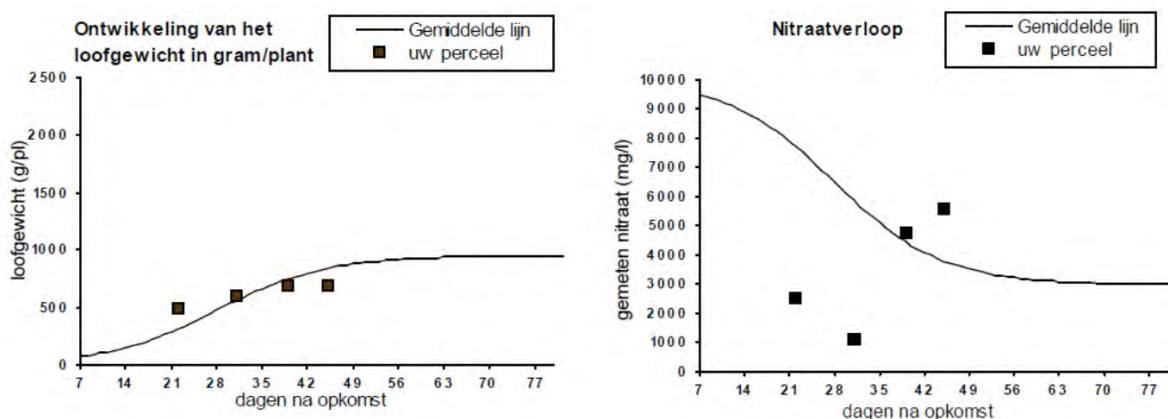
Figuur 2. Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Classic te Vredepeel in 2012



Figuur 3. Uit sensing afgeleid loofgewicht en het gemeten nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Online te Vredepeel in 2012

Bemestingsnavigators aardappel

In figuur 4 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes bij 'Bemestingsnavigators aardappel' weergegeven. In de proef is vier keer gemeten, maar in praktijk zou slechts twee keer zijn gemeten: het eerste en derde meetmoment. De gemeten N_{min} bedroeg 23 kg N per ha bij het eerste meetmoment en 21 kg N per ha bij het derde moment. Op beide momenten is een bijmestadvies gegeven: 70 kg N per ha na de eerste meting (gemaximeerde gift) en 50 kg N per ha na de derde meting.



Figuur 4. **Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij 'Bemestingsnavigators aardappel' te Vredepeel in 2012**

Na de eerste meting (13 juni) gaf 'Bemestingsnavigators aardappel' ook een kalibijmestadvies van 155 kg K_2O per ha (zie bijlage 8). Vanwege de lage zwaveltoestand van de bodem werd geadviseerd bij te bemesten met kaliumsulfaat. In het bemestingsplan van de proef was voorzien om rond knolzetting op het hele proefveld 50 kg K_2O bij te bemesten met patentkali (zie bijlage 1). Omdat de proef gericht is om N-bemesting, is besloten om de kalibemesting bij het object 'Bemestingsnavigators aardappel' gelijk te houden aan de rest van het proefveld, anders zou een verstrengeling ontstaan tussen stikstof- en kalibemesting.

Tabel 3. **Gerealiseerde N-bemesting per object te Vredepeel in 2012 (kg N per ha)**

Object	Basisgift		Bijbemesting					Totale N-gift
	VDM	KAS	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	Totaal	
	3/4	3/4	19/6	27/6	10/7		bijbemest	
Nulobject – ON	0	0	-	-	-	-	0	0
Vaste trap – 95 N	95	0	-	-	-	-	0	95
Vaste trap – 195N	95	50	50	-	-	-	50	195
Vaste trap – 245N	95	50	100	-	-	-	100	245
Vaste trap – 345N	95	100	150	-	-	-	150	345
Aardappelmonitoring Classic	95	50	70	-	-	-	70	215
Aardappelmonitoring Online	95	50	70	-	-	-	70	215
NBS-sensing vanaf gewassluiting	95	50	-	90	-	-	90	235
Bemestingsnavigators aardappel	95	50	70	-	50	-	120	265
NBS-sensing + N-balans	95	50	125	-	-	-	125	270

3.2 Gewasontwikkeling

Op 12 juni bleef de grondbedekking met groen loof bij het nulobject duidelijk achter ten opzichte van de overige objecten. De grondbedekking bij het nulobject is geschat op 40-50%. Tussen de overige objecten was er geen duidelijk verschil en zat de grondbedekking rond de 80%.

Op 24 juli bedroeg de grondbedekking bij het nulobject gemiddeld zo'n 65%, bij de vaste trap 95N 90% en bij de overige objecten 99-100%.

Op 21 augustus was de grondbedekking met groen loof bij het nulobject afgenomen naar ca. 20% en bij de vaste trap 95N naar 35-40%. Bij de vaste trap 195N was het afgenomen naar 60%. Bij de overige objecten was de grondbedekking nog zo'n 65-75%, zonder duidelijke effect van de hoogte van de N-bemesting.

Op 24 juli was de loofkleur donkerder groen bij hogere N-gift. Tussen de verschillende bijmestobjecten (N-traject van 215 tot 270 kg N per ha) was er geen duidelijk zichtbaar kleurverschil. De hoogste vaste N-trap (345N) gaf nog wel een iets donkerdere kleur (tabel 4).

Op 24 juli waren de eerste verschijnselen van loofafsterving zichtbaar, maar er waren nog geen duidelijke, verschillen tussen de objecten te zien in mate van afsterving. Het loof begon ook bij alle objecten in elkaar te zakken, behalve bij het nulobject. Bij de vaste trap 95N was het loof minder ver ineen gezakt dan bij de overige bemeste objecten. Tussen de overige bemeste objecten was er geen duidelijk zichtbaar verschil qua mate van inzakken van het loof.

Op 21 augustus werd de gewasstand door de bank genomen als beter beoordeeld naarmate de N-gift hoger was. Ook waren er verschillen zichtbaar in mate van loofafsterving, maar deze kwamen niet duidelijk overeen met de verschillen in hoogte van de N-gift. Het loof bij object 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' was het minst ver afgestorven.

In bijlage 12 zijn foto's weergegeven van de gewasstand per object tijdens het groeiseizoen.

Tabel 4. **Gewasbeoordeling per object te Vredepeel op 24 juli en 21 augustus 2012**

Object	Totale N-gift (kg/ha)	Kleur 24 juli	Gewasstand 21 aug	Afsterving 21 aug
Nulobject – ON	0	1½	1	2½
Vaste trap – 95 N	95	2	2	2
Vaste trap – 195N	195	3½	3	2½
Vaste trap – 245N	245	4	4-4½	2½-3
Vaste trap – 345N	345	5	4½-5	3½
Aardappelmonitoring Classic	215	4	3½	2½
Aardappelmonitoring Online	215	4	4	3½
NBS-sensing vanaf gewassluiting	235	4	4½	3½-4
Bemestingsnavigator aardappel	265	4	4-4½	3
NBS-sensing + N-balans	270	4	4½-5	3½

Toelichting:

Gewasstand	Kleur	Afsterving
1 = slecht	1 = zeer licht	1 = zwaar
2 = matig	2 = licht	2 = matig
3 = redelijk	3 = redelijk	3 = licht
4 = voldoende	4 = redelijk tot goed	4 = zeer licht
5 = goed	5 = goed (donker)	5 = niet

In tabel 5 is de uit de gewassensing berekende N-opname door het gewas weergegeven. Op 13 juni (er was toen nog niet bijbemest) was er geen significant effect van de hoogte van de basisgift stikstof op de N-inhoud van het gewas. Enkel bij het nulobject was deze lager.

Op 21 juni (er was toen net bijbemest; zie tabel 3) was er bij de vaste trappen een lichte tendens dat de N-inhoud van het gewas hoger was naarmate de N-gift hoger was. Die tendens was ook op 28 juni en 6 juli aanwezig.

De N-inhoud bij het object 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' was op 28 juni en 6 juli significant lager dan die bij de andere NBS-objecten. Bij dit object was een week later bijbemest dan bij de andere NBS-objecten (zie tabel 3).

Op 13 juni was de gemeten N-inhoud van het omgekeerde N-venster (de hoogste vaste N-trap in de proef; 195 kg N per ha op dat moment) niet hoger dan bij de basisgift van 145 kg N per ha. Later tijdens het groeiseizoen ontstond er wel een verschil. Op 28 juni en 4 juli was de N-inhoud van de hoogste vaste N-trap (345N) significant hoger dan van de vaste trap 195N. Indien zou zijn bijbemest op basis van het omgekeerde N-venster, had de bijmestgift ca. 30 kg N per ha bedragen.

Tabel 5. Stikstofinhoud van het gewas te Vredepeel in 2012 (kg N per ha), afgeleid uit gewassensing

Object	13 juni	21 juni	28 juni	6 juli
Nulobject – 0N	37 a .	69 a . .	66 a	68 a
Vaste trap – 95N	68 . b	111 . b .	100 . b . . .	111 . b
Vaste trap – 145N + 50N	67 . b	123 . b c	142 . . c d .	190 . . . d e .
Vaste trap – 145N + 100N	59 . b	125 . b c	152 . . . d e	202 e f
Vaste trap – 195N + 150N	65 . b	139 . . c	163 e	215 f
Aardappelmonitoring Classic	68 . b	122 . b c	148 . . c d e	190 . . . d e .
Aardappelmonitoring Online	66 . b	122 . b c	141 . . c d .	194 . . . d e f
NBS-sensing vanaf gewassluiting	62 . b	111 . b .	115 . b . . .	155 . . c . . .
Bemestingsnavigator aardappel	66 . b	114 . b .	133 . . c . .	179 . . . d . .
NBS-sensing + N-balans	67 . b	117 . b c	145 . . c d .	200 . . . d e f
<i>LSD 5%</i>	<i>10</i>	<i>23</i>	<i>16</i>	<i>22</i>

3.3 Opbrengst en kwaliteit

In de proef te Vredepeel hadden de eerste zes à zeven rijen veldjes van het proefveld (de veldjes 1 t/m 7 en 21 t/m 27; zie bijlage 1) meer last van de vele neerslag tijdens het groeiseizoen dan de andere veldjes. Het was op dit deel van het proefveld natter. De opbrengsten op deze veldjes bleven achter bij die van de rest van het proefveld. In de statistische analyse is rekening gehouden met deze veldvariatie door een covariantieanalyse uit te voeren. Hierbij is een covariabele aangemaakt waarin onderscheid is gemaakt tussen de veldjes 1 t/m 7 en 21 t/m 27 enerzijds en de overige veldjes anderzijds. De covariabele had een significant effect op de bruto en netto opbrengst, maar niet op het onderwatergewicht. De in de tabel 6 weergegeven opbrengstcijfers betreffen de voor de covariantie gecorrigeerde objectgemiddelden.

Er was een duidelijke tendens dat een hogere N-gift leidde tot een hogere knolopbrengst. Met behulp van regressieanalyse is een responscurve gefit van de netto opbrengst bij de vaste N-trappen. Dit is weergegeven in figuur 5. Ook de opbrengsten van de NBS-objecten zijn in de figuur weergegeven. De uitval door groene knollen en rotte knollen was nihil in de gehele proef en hiervoor waren ook geen significante verschillen tussen de objecten. De uitval aan groene en rotte knollen samen bedroeg gemiddeld in de proef minder dan een half procent van de bruto opbrengst.

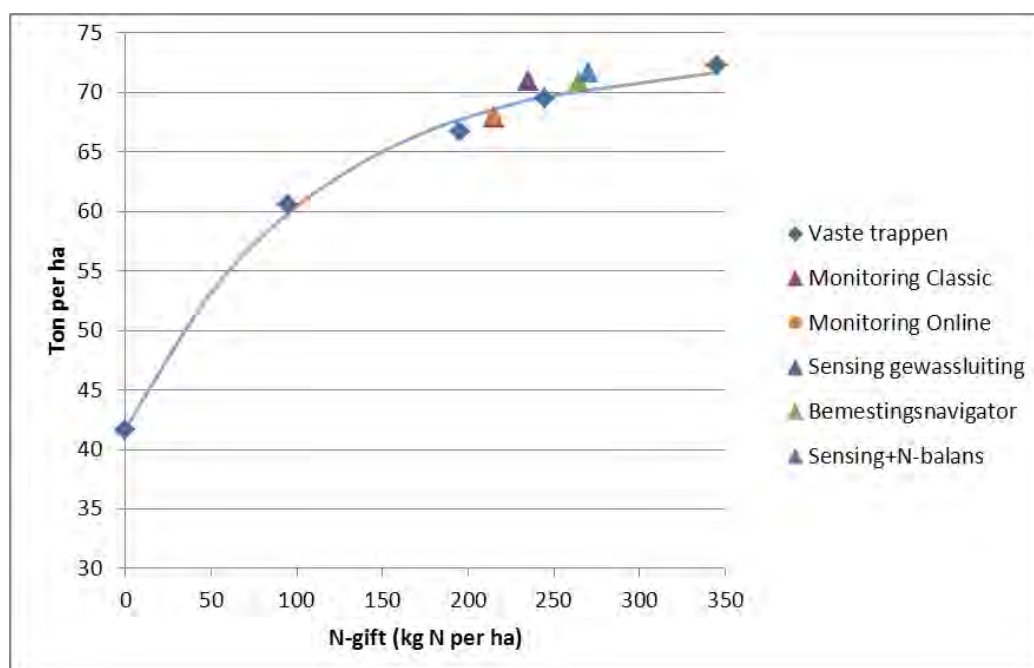
Gemiddeld in de proef vertoonde 3% van knollen van de bruto opbrengst groeischeuren en misvormingen. Dit percentage fluctueerde per veldje, maar werd niet significant beïnvloed door de objecten c.q. de hoogte van de N-gift. Omdat het hier om toeval gaat, zijn de knollen met groeischeuren en misvormingen tot de netto-opbrengst gerekend.

Een hogere knolopbrengst ging gepaard met een grovere sortering (figuur 6). De verschillende NBS-objecten (timing en verdeling van de N-gift) hadden geen significant effect op de sortering anders dan via de opbrengst.

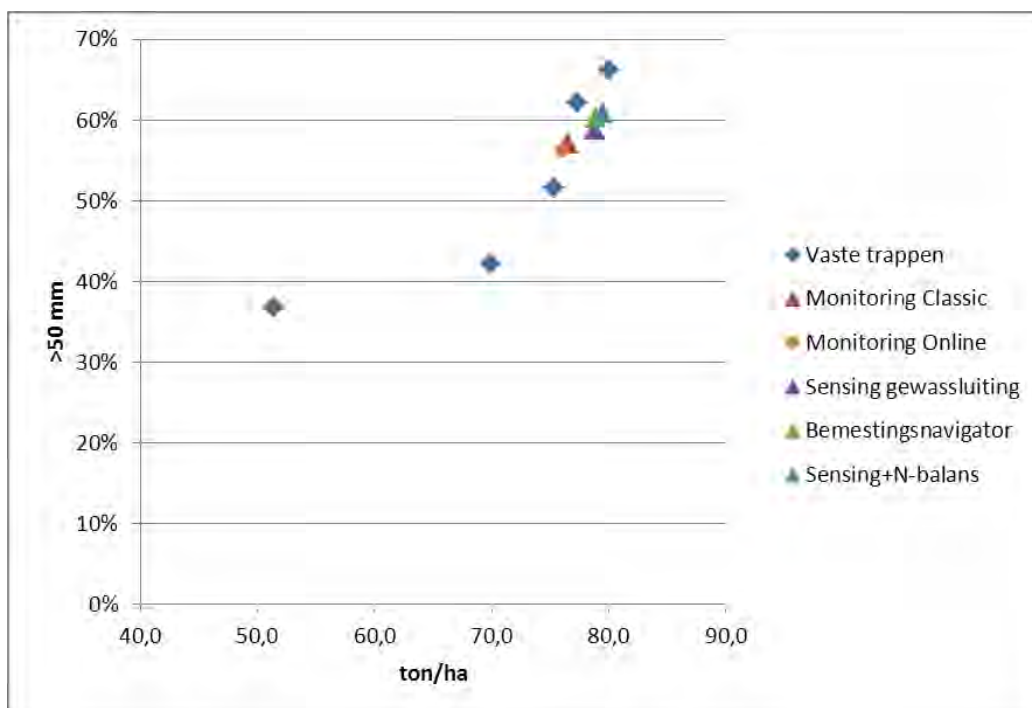
Het onderwatergewicht (OWG) van de knollen nam significant af bij stijging van de N-gift (figuur 7). De verschillende NBS-systemen (timing en verdeling van de N-gift) hadden geen significant effect op het OWG, anders dan via de hoogte van de N-gift. Het OWG zat bij alle objecten ruim boven de kritische ondergrens van 360 g voor fritesverwerking.

Tabel 6. **Bruto en netto knolopbrengst te Vredepeel in 2012**

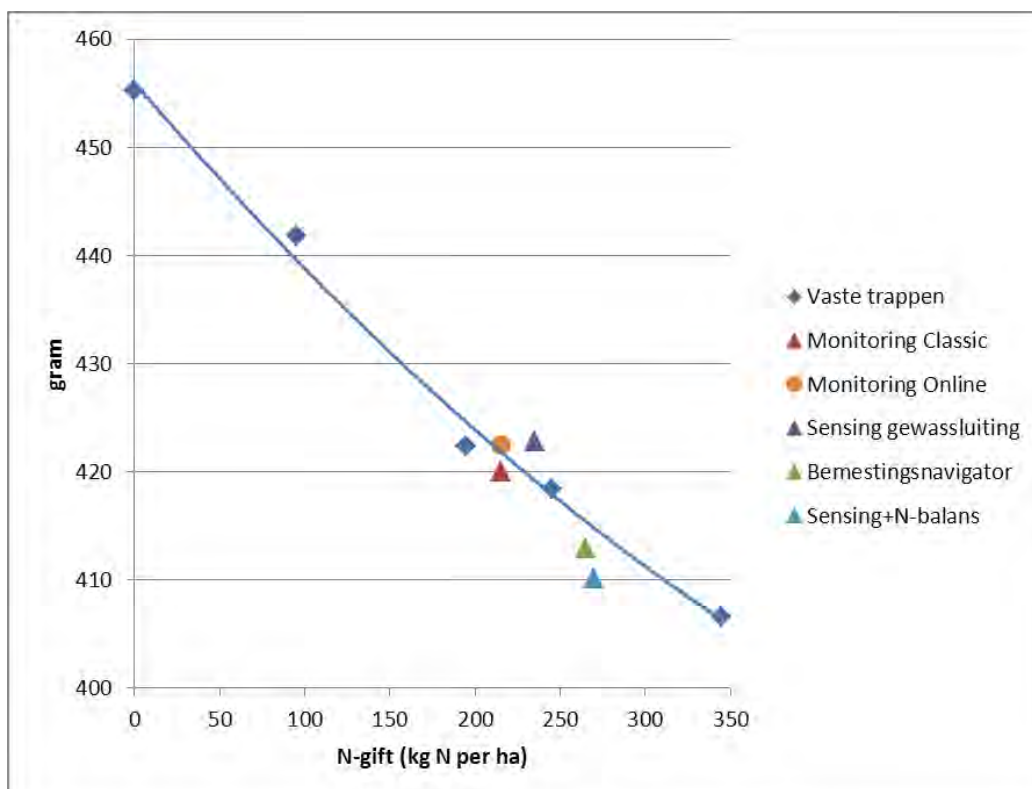
Object	N-gift (kg/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Netto >40 mm (ton/ha)
Nulobject – 0N	0	51,5 a	41,6 a
Vaste trap – 95N	95	70,0 . b . . .	60,6 . b . . .
Vaste trap – 195N	195	75,4 . . c . .	66,7 . . c . .
Vaste trap – 245N	245	77,3 . . c d e	69,5 . . c d e
Vaste trap – 345N	345	80,0 e	72,3 e
Aardappelmonitoring Classic	215	76,5 . . c d e	67,9 . . c d .
Aardappelmonitoring Online	215	76,1 . . c d .	67,8 . . c d .
NBS-sensing vanaf gewassluiting	235	78,8 . . c d e	71,0 . . . d e
Bemestingsnavigators aardappel	265	79,0 . . c d e	70,9 . . . d e
NBS-sensing + N-balans	270	79,5 . . . d e	71,7 e
<i>LSD 5%</i>		<i>3,7</i>	<i>3,3</i>



Figuur 4. **Netto knolopbrengst (>40 mm) uitgezet tegen de totale N-gift, Vredepeel 2012**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte exponentiële responscurve)



Figuur 6. Gewichtspercentage knollen >50 mm, uitgezet tegen de bruto knolopbrengst, Vredepeel 2012



Figuur 7. Onderwatergewicht uitgezet tegen de stikstofgift, Vredepeel 2012
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 2^e graads polynoom responscurve)

Aan de hand van de responscurve in figuur 4 is een economisch optimale N-gift afgeleid. Dit is het omslagpunt waarboven de kosten van extra stikstof die wordt toegeediend, hoger zijn dan de financiële meeropbrengst die daardoor nog wordt verkregen. Er is gerekend met een stikstofprijs van €1,08 per kg N (KAS; KWIN-AGV 2012), een aardappelprijs van 10 cent per kg bij levering af veld of 13 cent per kg na bewaring en 3% bewaarverlies. De berekende economisch optimale N-gift bedraagt zowel bij levering af veld als na bewaring >350 kg N per ha.

Een dergelijk gift zit ver boven de N-gebruiksnorm van 260 kg N per ha. Bij aftopping van de gift op 260 kg N per ha bedraagt de berekende opbrengstderving ruim anderhalve ton per ha c.q. ca. €55,- per ha bij levering af veld en ca. €100,- per ha na bewaring (opbrengstderving minus besparing meststofkosten).

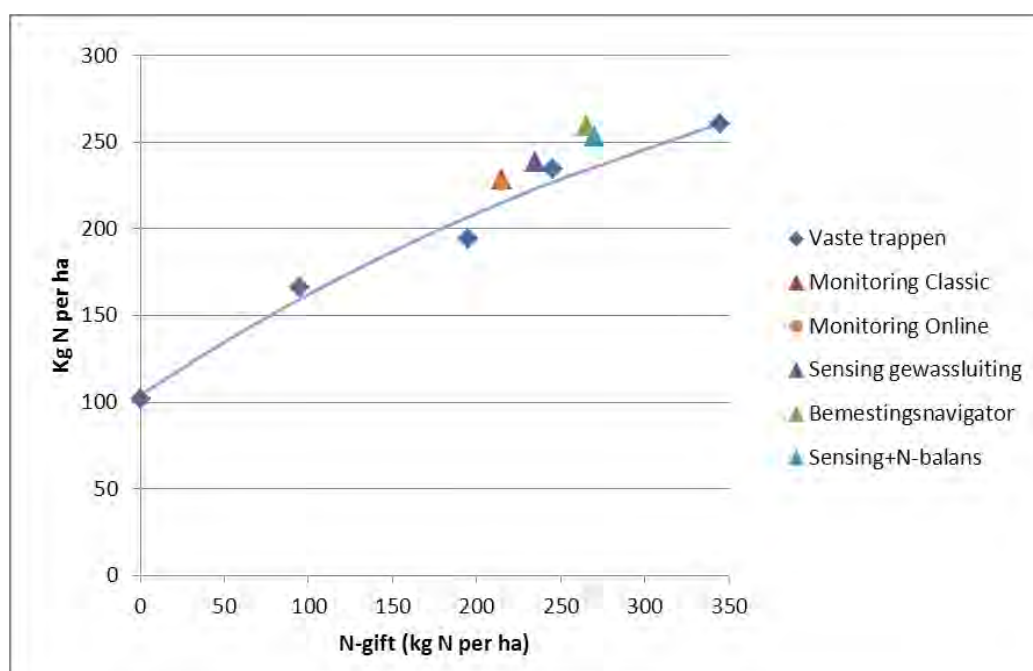
3.4 Stikstofopname

De covariabele voor natheid in het proefveld (zie paragraaf 3.3) had ook een significant effect op stikstofopname in de knollen. De in de figuren 8 t/m 9 weergegeven resultaten betreffen de voor de covariantie gecorrigeerde objectgemiddelden.

De N-opname in de knollen nam significant toe bij stijging van de N-gift (figuur 8). Uit lineaire-regressie-analyse bleek dat de verschillen in N-opname tussen de diverse NBS-systemen zijn toe te schrijven aan verschillen in N-gift tussen de systemen. Anders dan door de hoogte van de N-gift waren er geen significante verschillen tussen de systemen. Wel viel op dat bij alle systemen de N-opname iets hoger was ten opzichte van de N-opnameresponscurve van de vaste trappen (bij gelijke N-gift). Gemiddeld over de vijf bijmestsystemen was dit een significant verschil ten opzichte van de vaste trappen.

In tabel 7 is de berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) weergegeven op basis van N-opname in de knollen. Deze zat bij alle bijmestsystemen tegen de 60% aan. Bij de vast trap 95N (alleen varkensdrijfmest) bedroeg de ANR 67%. Bij de overige vaste trappen was de ANR wat lager. Uit lineaire-regressieanalyse bleek dat de ANR gemiddeld over de vijf bijmestsystemen significant hoger dan die bij de vaste trappen bij overeenkomstige N-gift.

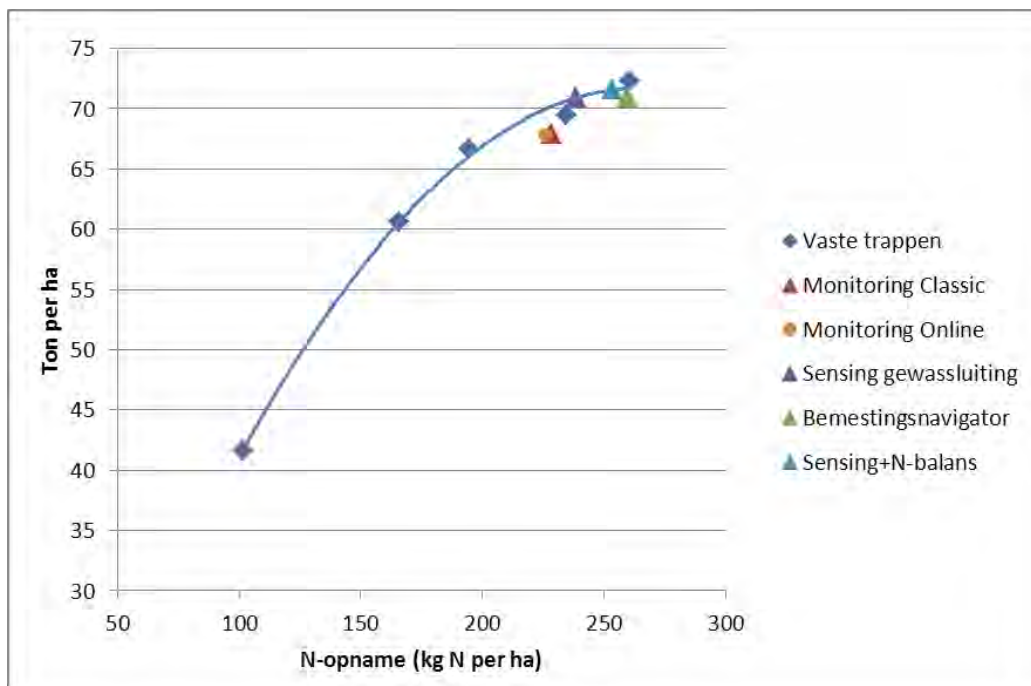
In figuur 9 is de netto knolopbrengst uitgezet tegen de totale N-opname in de knollen. Aan de hand van de responscurve is berekend dat de maximale opbrengst werd behaald bij een N-opname in de knollen van 270 kg N per ha.



Figuur 8. Stikstofopname in de knollen uitgezet tegen de stikstofgift, Vredepeel 2012 (Trendlijn = door de vaste trappen gefitte exponentiële responscurve)

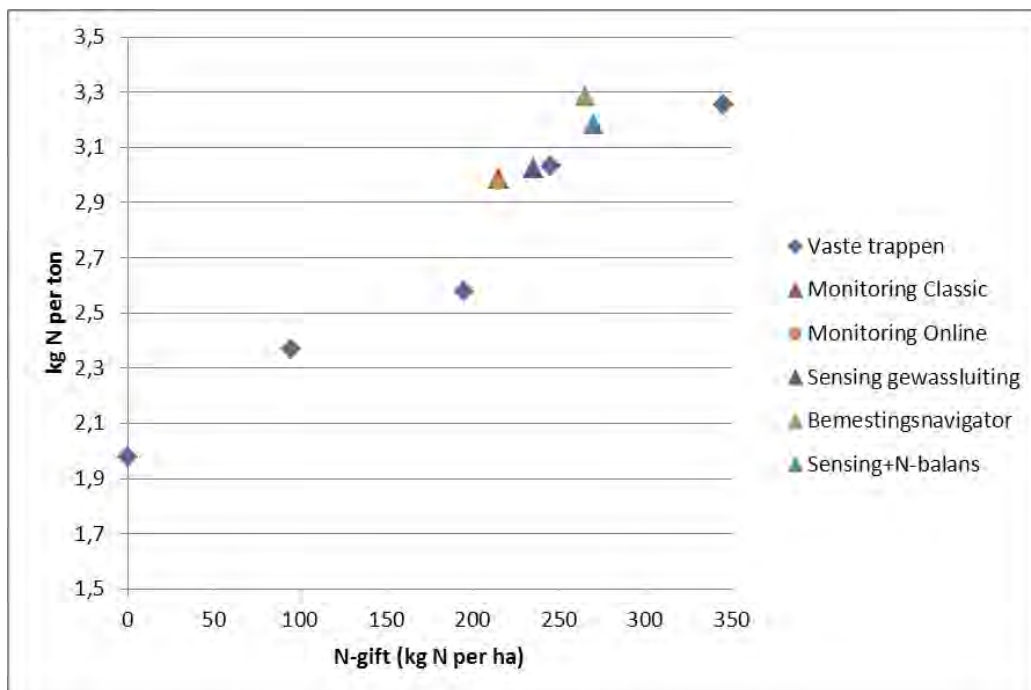
Tabel 7. Berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) op basis van N-opname in de knollen, Vredepeel 2012

Object	N-gift (kg/ha)	ANR
Nulobject – ON	0	-
Vaste trap – 95N	95	67% . . c
Vaste trap – 195N	195	47% a
Vaste trap – 245N	245	54% a b
Vaste trap – 345N	345	46% a
Aardappelmonitoring Classic	215	59% . b c
Aardappelmonitoring Online	215	58% . b c
NBS-sensing vanaf gewassluiting	235	58% . b c
Bemestingsnavigators aardappel	265	60% . b c
NBS-sensing + N-balans	270	56% a b
LSD 5%		11%



Figuur 9. **Netto knolopbrengst uitgezet tegen de N-opname in de knollen, Vredepeel 2012**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 2^e graads polynoom responscurve)

In figuur 10 is het N-gehalte in de knollen weergegeven op basis van de bruto opbrengst. Het N-gehalte nam toe bij stijging van de N-gift. Bij de hoogste giften bedroeg het gehalte 3,1 tot 3,3 kg N per ton. Vooraf is voor de berekening van de N-opname op basis van de streefopbrengst uitgegaan van een gehalte van 3,3 kg N per ton (zie paragraaf 2.1.1).



Figuur 10. **N-gehalte in de knollen (kg N per ton vers product), Vredepeel 2012**

4 Resultaten proef op löss (Hulsberg) 2012

Evenals te Vredepeel begon het voorjaar vrij koud, waardoor het gewas traag opkwam. Later tijdens het groeiseizoen wisselden warmere en koelere perioden dan normaal (gemiddeld) elkaar af. De gemiddelde temperatuur in de periode april t/m augustus was normaal.

Te Hulsberg viel er in het voorjaar minder neerslag dan te Vredepeel. Het voorjaar was wat droger dan normaal en de zomer wat natter dan normaal. Totaal viel er de periode april t/m augustus een vrijwel normale hoeveelheid regen.

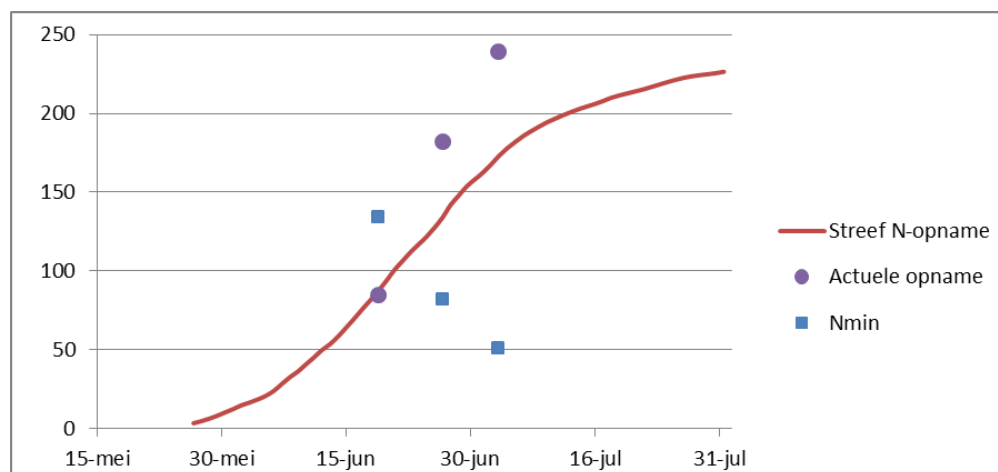
De temperatuur- en neerslaggegevens zijn weergegeven in bijlage 6.

4.1 Bijmestadviezen per systeem

Het aardappelgewas in de proef te Hulsberg groeide goed. In juni werden hoge Nmin-voorraden in de bodem gemeten. Dit duidt op een hoge N-mineralisatie, waarschijnlijk uit de ingewerkte groenbemester. Alle N-bijmestsystemen gaven aan dat de stikstofvoorziening van het gewas in orde was en dat niet of weinig hoefde te worden bijbemest. 'Bemestingsnavigator aardappel' gaf een bijmestadvies van 20 kg N per ha. De overige systemen adviseerden niet bij te bemesten.

NBS-gewassensing + N-balans

In figuur 11 is de streefopnamecurve weergegeven op basis van de T-som, de uit gewassensing afgeleide N-opname en de Nmin-voorraad in de bodemlaag 0-30 cm per meetmoment. Bij de vierde meting (13 juli) was het loof al in elkaar aan het zakken en dan is geen betrouwbare afleiding van de N-opname meer mogelijk. Op alle meetmomenten zat de actuele N-opname op of boven de streefopnamecurve. Er is niet bijbemest (zie bijlage 7)



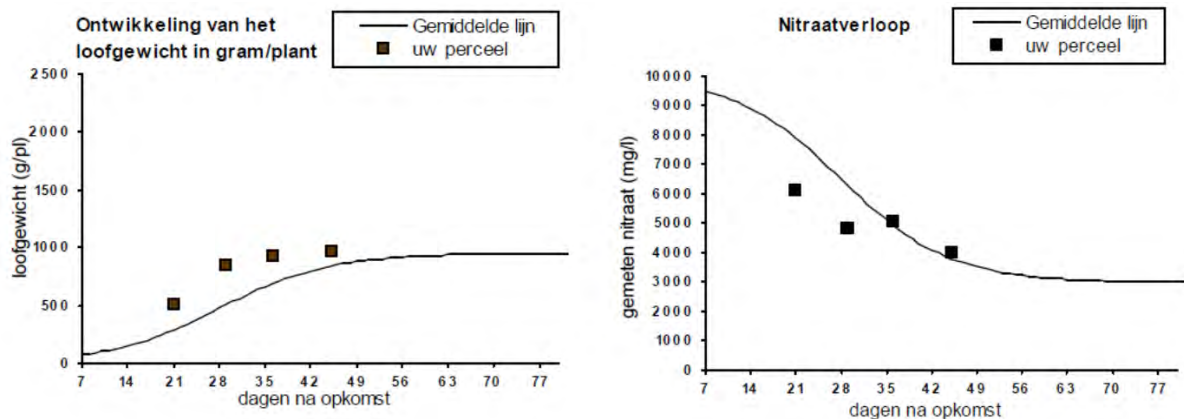
Figuur 11. **Streef N-opname op basis van streefopbrengst en T-som, actuele N-opname afgeleid uit gewassensing en gemeten Nmin 0-30 cm te Hulsberg in 2012**

NBS-gewassensing vanaf gewassluiting

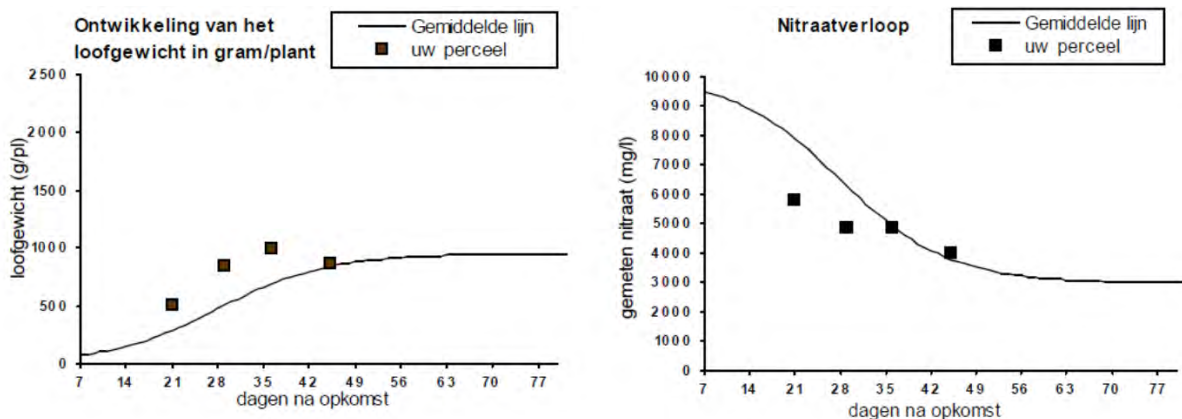
Bij de eerste meting was er nog geen 90% grondbedekking bereikt. Na de tweede meting (27 juni) bedroeg het bijmestadvies 15 kg N per ha. Deze hoeveelheid is te klein is om met KAS te kunnen verstrooien en is niet toegediend. Na de derde meting was het bijmestadvies nul.

Aardappelmonitoring

In de figuren 12 en 13 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes weergegeven bij Aardappelmonitoring Classic en bij Aardappelmonitoring Online. Beide systemen gaven vrijwel hetzelfde beeld en ook het advies om niet bij te bemesten.



Figuur 12. Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Classic te Hulsberg in 2012

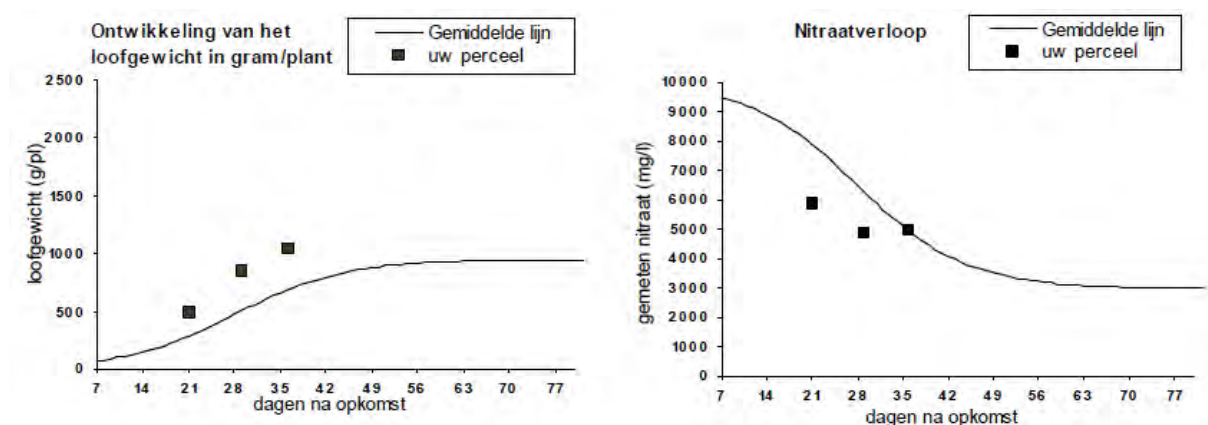


Figuur 13. Uit sensing afgeleid loofgewicht en het gemeten nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Online te Hulsberg in 2012

Bemestingsnavigators aardappel

In figuur 14 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes bij 'Bemestingsnavigator aardappel' weergegeven. In de proef is drie keer gemeten, maar in praktijk zou slechts twee keer zijn gemeten: het eerste en tweede meetmoment in de proef. De gemeten Nmin bedroeg 127 kg N per ha bij het eerste meetmoment en 102 kg N per ha bij het tweede moment. Na het tweede moment is een bijmestadvies gegeven van 20 kg N per ha.

Uit de bodemanalyse die bij 'Bemestingsnavigator aardappel' werd uitgevoerd, bleek dat het chloridegehalte in de bodem erg hoog was (zie bijlage 9). Ook in de bladsteeltjes van de aardappelen werd een hoog chloridegehalte aangetroffen (bijlage 9).



Figuur 14. **Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Bemestingsnavigators aardappel te Hulsberg in 2012**

Tabel 8. **Gerealiseerde N-bemesting per object te Hulsberg (kg N per ha)**

Object	Basisgift	Bijbemesting					Totale N-gift
		1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	Totaal	
		28/6	4/7	9/7	-	bijbemest	
Nulobject – ON	0	-	-	-	-	0	0
Vaste trap – 100N	100	-	-	-	-	0	100
Vaste trap – 150N	150	-	-	-	-	0	150
Vaste trap – 225N	150	75	-	-	-	75	225
Vaste trap – 300N	200	75	-	25	-	100	300
NBS-sensing + N-balans	150	-	-	-	-	0	150
NBS-sensing vanaf gewassluiting	150	-	-	-	-	0	150
Aardappelmonitoring Classic	150	-	-	-	-	0	150
Aardappelmonitoring Online	150	-	-	-	-	0	150
Bemestingsnavigators aardappel	150	-	20	-	-	0	170

4.2 Gewasontwikkeling

Op 19 juni had het nulobject 70% grondbedekking bereikt en de overige objecten 80%. Het loof was bij het nulobject wat minder fors ontwikkeld en iets lichter groen van kleur dan bij de andere objecten. De loofontwikkeling en kleur van de overige objecten was gelijk. In juli waren er geen duidelijke, zichtbare verschillen in gewasstand en kleur tussen de objecten met N-giften van 150 kg N per ha of hoger. In tabel 9 zijn de gewaswaarnemingen weergegeven van 9 augustus en 12 september. Omdat bij de meeste NBS-objecten niet is bijbemest, zijn de resultaten per stikstofniveau weergegeven. Hierbij zijn de resultaten alle objecten die 150 kg N per ha hebben gekregen, gemiddeld. Op 9 augustus was er meer grondbedekking door groen loof naarmate de N-gift hoger was, werd de gewasstand als beter beoordeeld en was het loof nog donkerder groen van kleur. Ook op 12 september was er meer grondbedekking door groen loof naarmate de N-gift hoger was en was het loof minder ver afgestorven. In bijlage 13 zijn foto's weergegeven van de gewasstand per object op twee momenten tijdens het groeiseizoen.

Tabel 9. **Gewasbeoordeling per object te Hulsberg op 9 augustus en 12 september 2012**

Totale N-gift (kg/ha)	Grond- bedekking 9 aug	Gewasstand 9 aug	Kleur 9 aug	Grond- bedekking 12 sep	Afsterving 12 sep
0	50%	1½	1-1½	10%	80-85%
100	55-60%	2	2½	15-20%	75%
150	75%	3	3½-4	25-30%	55-60%
170 (Bemestingsnavigator aardappel)	80%	3½-4	4	30%	55-60%
225	80%	3-3½	4-4½	30-35%	45-50%
300	85-90%	4-4½	4½-5	40-45%	40-45%

Toelichting:

Gewasstand	Kleur
1 = slecht	1 = zeer licht
2 = matig	2 = licht
3 = redelijk	3 = redelijk
4 = voldoende	4 = redelijk tot goed
5 = goed	5 = goed (donker)

In tabel 10 is de uit gewassensing berekende N-opname door het gewas weergegeven. Op 19 juni (er was toen nog niet bijbemest) was er geen significant effect van de hoogte van de basisgift stikstof op de N-inhoud van het gewas. Enkel bij het nulobject was deze lager.

Op 27 juni en 4 juli was de N-inhoud bij het nulobject en de laagste N-trap (100N) significant lager dan die bij de overige objecten. Bij de overige objecten (150 kg N per ha of meer) was er geen significant verschil qua N-inhoud. Op 27 juni was er nog niet bijbemest en op 4 juli is 20 kg N per ha bijbemest bij object 'Bemestingsnavigator aardappel'.

De N-inhoud bij het omgekeerde N-venster (de hoogste vaste N-trap in de proef) was op 19 juni niet hoger dan bij de basisgift van 150 kg N per ha en op 27 juni en 4 juli iets hoger maar niet significant. Op basis van het omgekeerde N-venster is besloten om niet bij te bemesten.

Tabel 10. **Stikstofinhoud van het gewas te Hulsberg in 2012 (kg N per ha), afgeleid uit gewassensing**

N-gift (kg/ha)	19 juni	27 juni	4 juli
0	77 a .	110 a . .	111 a . .
100	84 . b	168 . b .	209 . b .
150	84 . b	180 . . c	231 . . c
150+20 (Bemestingsnavigator aardappel)	84 . b	180 . . c	236 . . c
150+75	85 . b	179 . . c	227 . . c
200+75+25	84 . b	187 . . c	236 . . c
<i>LSD 5% min-max¹</i>	<i>2</i>	<i>7</i>	<i>10</i>
<i>LSD 5% min-min²</i>	<i>3</i>	<i>8</i>	<i>13</i>

¹ LSD voor vergelijking van N-niveau 150N met één van de overige N-niveaus

² LSD voor vergelijking van de overige N-niveaus onderling

4.3 Opbrengst en kwaliteit

In tabel 11 zijn de gemiddelde bruto en netto knolopbrengst (>40 mm) weergegeven en het onderwatergewicht. Omdat bij de meeste NBS-objecten niet is bijbemest, zijn de resultaten per stikstofniveau weergegeven. De knolopbrengst bleef toenemen bij stijging van de N-gift. In figuur 15 is de netto opbrengst grafisch uitgezet tegen de N-gift en is een met behulp van regressieanalyse gefitte responscurve weergegeven. De opbrengst bij het object 'Bemestingsnavigator' lag iets boven de responscurve van de vaste trappen. Het verschil was echter niet significant.

Een hogere knolopbrengst ging gepaard met een grovere sortering (figuur 16).

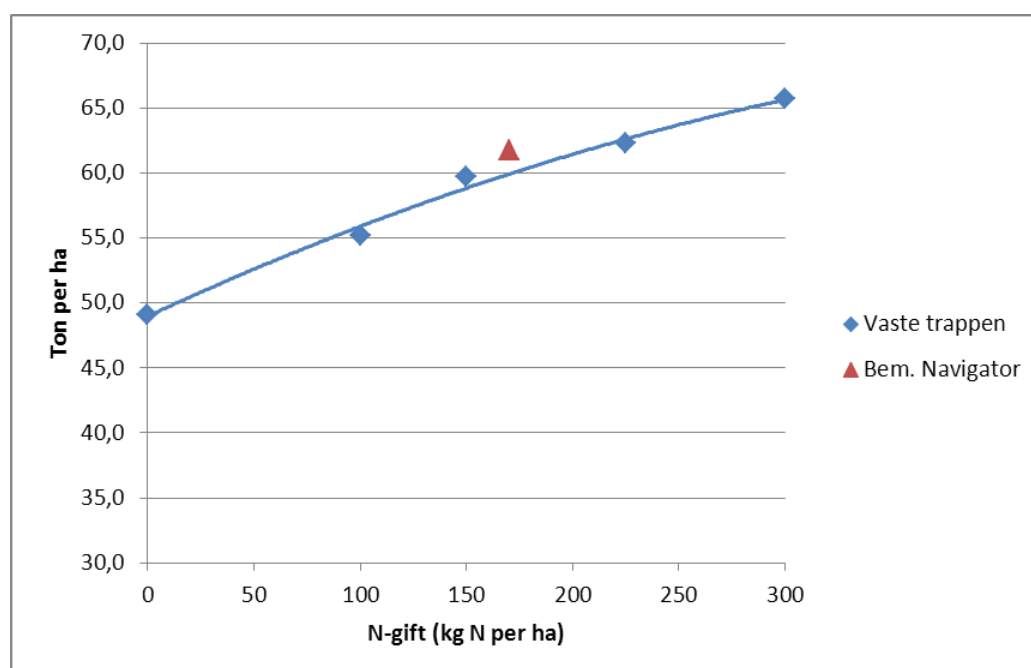
Een hogere N-gift leidde tot een daling van het onderwatergewicht (OWG). Het OWG zat bij alle objecten ruim boven de kritische ondergrens van 360 voor frites op contract (tabel 11).

Tabel 11. **Bruto en netto knolopbrengst en onderwatergewicht te Hulsberg in 2012**

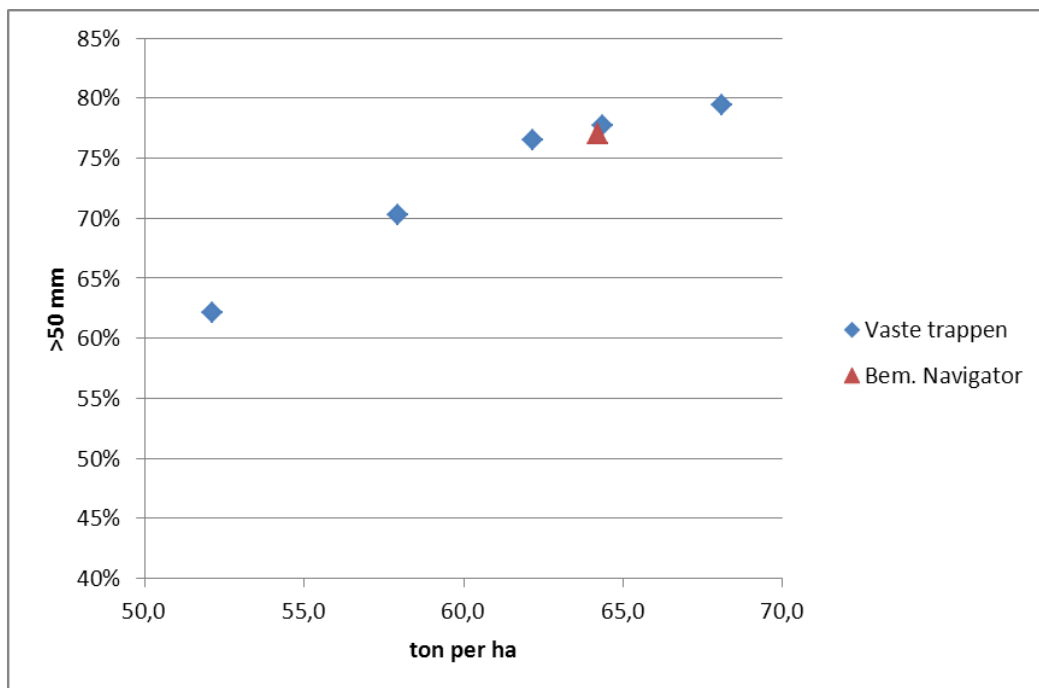
N-gift (kg/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Netto >40 mm (ton/ha)	Onderwatergewicht (gram)
0	52,1 a ...	49,1 a ...	433 . b
100	58,0 . b . .	55,2 . b . .	409 a .
150	62,2 . . c .	59,7 . . c .	408 a .
170 (Bemestingsnavigator aardappel)	64,2 . . c .	61,8 . . c .	401 a .
225	64,4 . . c .	62,3 . . c d	400 a .
300	68,1 . . . d	65,7 . . . d	400 a .
<i>LSD 5% min-max¹</i>	<i>2,7</i>	<i>2,7</i>	<i>9</i>
<i>LSD 5% min-min²</i>	<i>3,6</i>	<i>3,5</i>	<i>12</i>

¹ LSD voor vergelijking van N-niveau 150N met één van de overige N-niveaus

² LSD voor vergelijking van de overige N-niveaus onderling



Figuur 15. **Netto knolopbrengst (>40 mm) uitgezet tegen de totale N-gift, Hulsberg 2012**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 2^e graads polynoom responscurve)



Figuur 16. **Gewichtsperscentage knollen >50 mm, uitgezet tegen de bruto knolopbrengst, Hulsberg 2012**

Er kwamen nauwelijks rotte knollen voor: gemiddeld in de proef was minder dan 0,05% van de bruto opbrengst rot. Ook kwamen nauwelijks groene knollen voor: gemiddeld in de proef minder dan 0,5% van de bruto opbrengst. De hoeveelheid knollen met groeischeuren en misvormingen bedroeg gemiddeld in de proef eveneens minder dan 0,5% van de bruto opbrengst. De knoluitval werd niet significant beïnvloed door de hoogte van de N-gift. De knollen met groeischeuren en misvormingen zijn (evenals te Vredepeel) bij de netto-opbrengst geteld.

Omdat de opbrengst bleef doorstijgen bij toename van de N-gift, kan er geen optimale N-gift worden berekend. Deze bedroeg >300 kg N per ha.

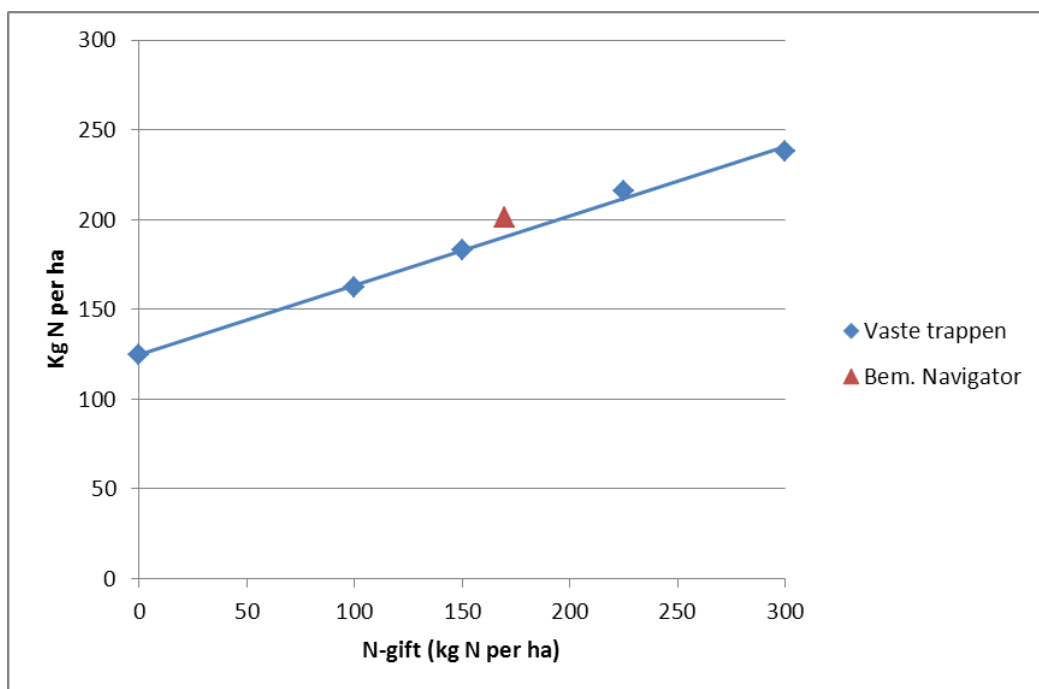
4.4 Stikstofopname

Het N-gehalte (en de N-opname) in de knollen is alleen bepaald bij de vaste N-trappen en bij object Bemestingsnavigator en niet bij de overige NBS-objecten. De N-opname in de knollen nam significant lineair toe bij stijging van de N-gift (figuur 17). De N-opname bij het object Bemestingsnavigator lag iets boven de responscurve van de vaste trappen. Dit betrof een significant verschil.

In tabel 12 is de berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) weergegeven op basis van N-opname in de knollen. De ANR was bij Bemestingsnavigator significant hoger dan bij de vaste trappen bij overeenkomstige N-gift.

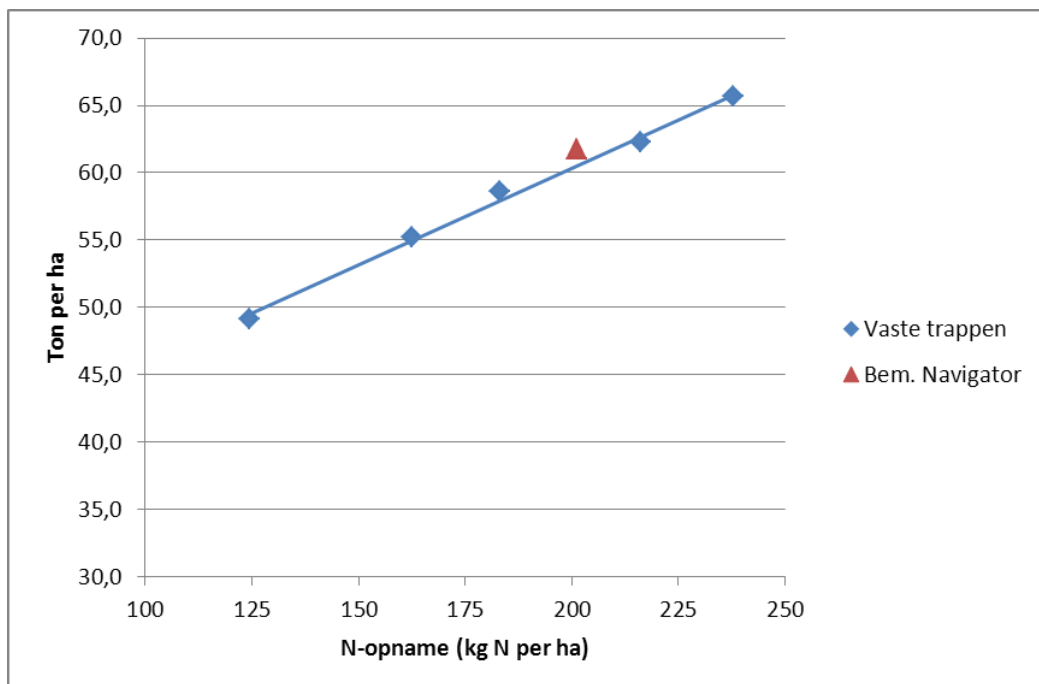
Tabel 12. **Berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) op basis van N-opname in de knollen, Hulsberg 2012**

N-gift (kg/ha)	ANR
0	-
100	38% a .
150	39% a .
170 (Bemestingsnavigator aardappel)	45% . b
225	41% a b
300	38% a .
LSD 5%	5%



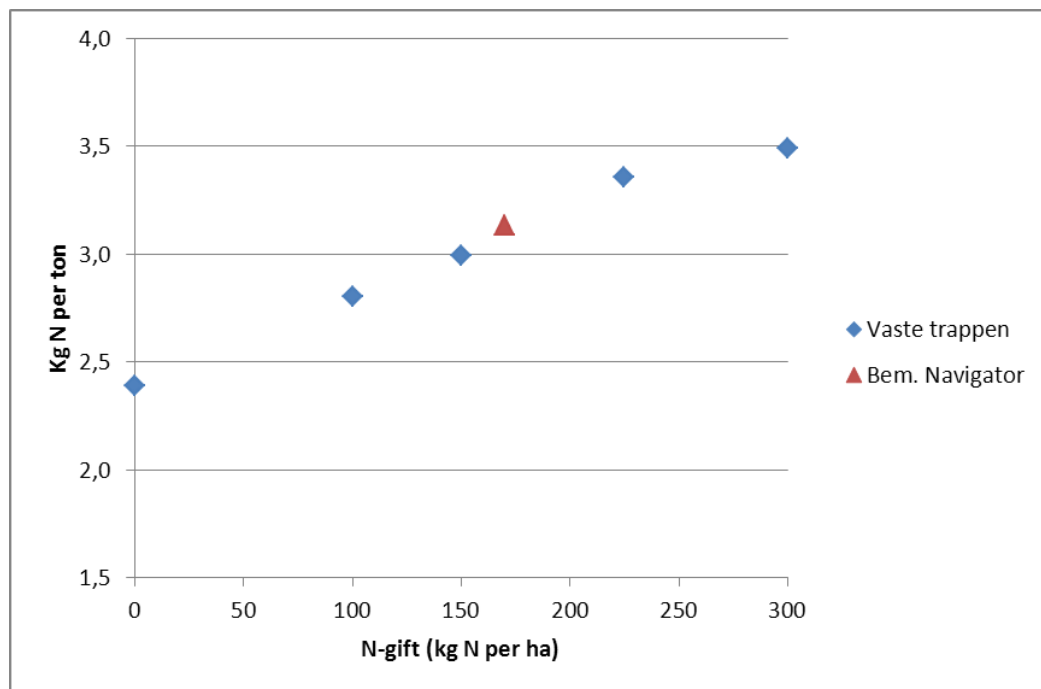
Figuur 17. **Stikstofopname in de knollen uitgezet tegen de stikstofgift, Hulsberg 2012**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte lineaire responscurve)

In figuur 18 is de netto knolopbrengst uitgezet tegen de totale N-opname in de knollen. Omdat de opbrengst bleef doorstijgen bij toenemende N-opname, kan niet worden afgeleid bij welke N-opname de maximale opbrengst zou zijn behaald. De opbrengst bij het object 'Bemestingsnavigator' lag iets boven de responscurve van de vaste trappen, maar dit verschil was niet significant.



Figuur 18. **Netto knolopbrengst uitgezet tegen de N-opname in de knollen, Hulsberg 2012**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte lineaire responscurve)

In figuur 19 is het N-gehalte in de knollen weergegeven op basis van de bruto opbrengst. Het N-gehalte nam toe bij stijging van de N-gift tot 3,5 kg N per ton bij de hoogste N-trap.



Figuur 19. N-gehalte in de knollen (kg N per ton vers product), Hulsberg 2012

5 Resultaten proef op zand (Vredepeel) 2013

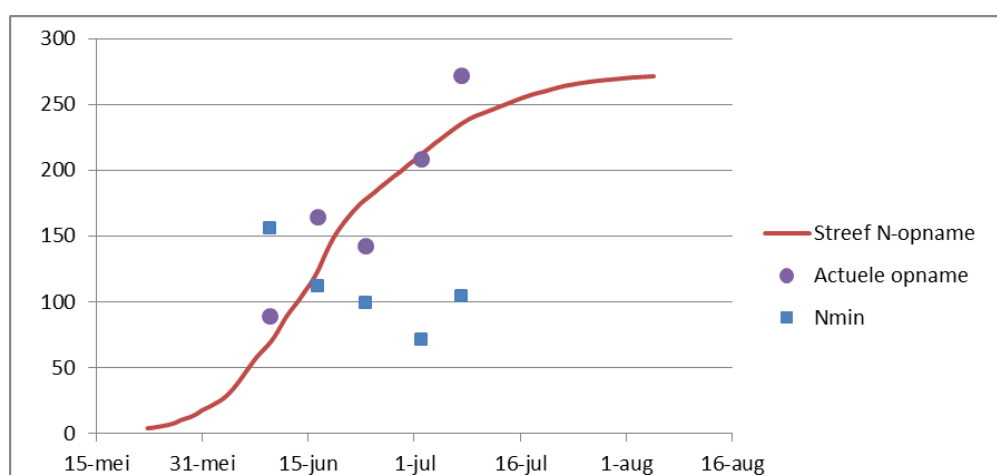
De gemiddelde temperatuur in de periode april tot aan de zomer was vrijwel gelijk aan die van normaal. Relatief warmere en koelere perioden wisselden elkaar af. De zomer was warm, met name in juli en begin augustus. Verder was de periode april t/m augustus over het geheel droog. De eerste helft van september was zeer nat, de tweede helft droog. De temperatuur- en neerslaggegevens zijn weergegeven in bijlage 6.

5.1 Bijmestadviezen per systeem

Eind juni (4½ week na opkomst) gaven ‘Bemestingsnavigator aardappel’ en ‘NBS-gewassensing vanaf gewassluiting’ een bijmestadvies. Begin juli (5½ week na opkomst) gaven de overige systemen ook een bijmestadvies. Alle systemen gaven maar één keer een bijmestadvies. Dit betrof een beperkte N-gift. Het verschil in bijmestgift tussen de systemen was klein en de totale N-gift was bij alle systemen lager dan de berekende gift volgens de stikstofbemestingsrichtlijn. Gemiddeld werd bijna 100 kg N per ha bespaard.

NBS-gewassensing + N-balans

In figuur 20 is de streefcurve voor de N-opname weergegeven op basis van de T-som, de uit gewassensing afgeleide N-opname en de Nmin-voorraad in de bodemlaag 0-30 cm op de vier meetmomenten. Bij de eerste en tweede meting (10 en 17 juni) was de actuele N-opname hoger dan de streefopname en werd daarom geen bijmestadvies berekend. Bij de derde meting (24 juni) zat de N-opname onder de streefopnamecurve en is een bijmestgift berekend van 41 kg N per ha (zie bijlage 7). Bij de vierde meting (2 juli) zat de N-opname nipt onder de normlijn en is een bijmestgift berekend van 7 kg N per ha. Er is niets gegeven omdat die hoeveelheid te klein is om goed met KAS te kunnen verstrooien en bovendien het gewas net een bijmestgift had ontvangen, die waarschijnlijk nog niet helemaal was opgenomen. Bij de laatste meting (8 juli) was de N-opname hoger dan de streefwaarde en is niet meer bijbemest. Opmerkelijk was dat de gemeten N-opname op 24 juni lager was dan op 17 juni. De oorzaak hiervan is niet met zekerheid aan te geven. Het is ook niet duidelijk of de meting van 17 juni te hoge waarden aangaf of die van 24 juni juist te lage. Wel is duidelijk dat de meetuitslagen van gewassensing fluctueerden. Mogelijk is de meting van 24 juni beïnvloed door bloei in het aardappelgewas. De berekening van de bijmestgiftten is weergegeven in bijlage 7.



Figuur 20. **Streef N-opname op basis van streefopbrengst en T-som, actuele N-opname afgeleid uit gewassensing en gemeten Nmin 0-30 cm te Vredepeel in 2013**

NBS-gewassensing vanaf gewassluiting

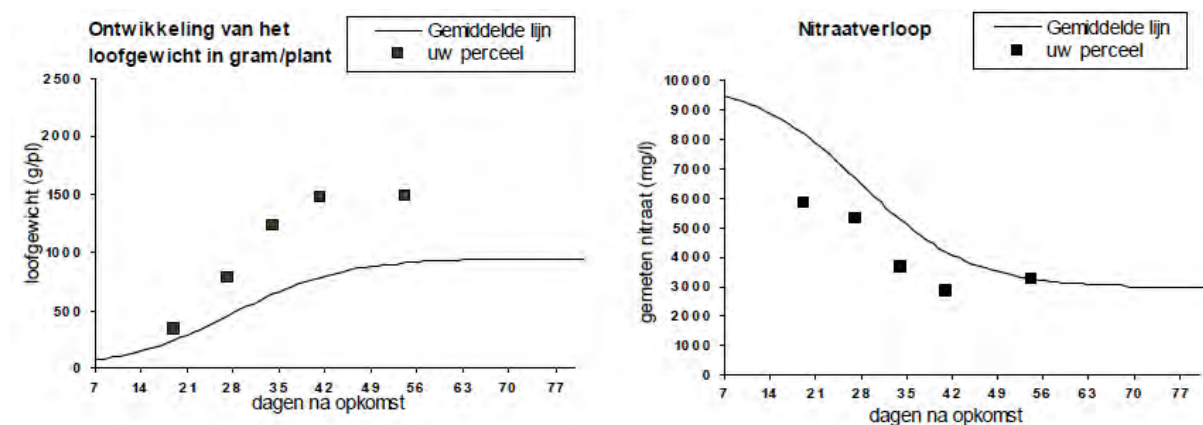
Bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' was bij de eerste meting (10 juni) nog geen 90% grondbedekking bereikt. Bij de tweede meting (17 juni) wel en toen is een éénmalig N-bijmestadvies berekend en gestrooid van 53 kg N per ha (zie bijlage 7).

NBS-gewassensing meermalig

Bij 'NBS-sensing meermalig' is na de derde meting (24 juni) een N-bijmestadvies berekend en gestrooid van 28 kg N per ha (zie bijlage 7). Na de vierde meting is een bijmestgift berekend van 2 kg N per ha, maar dat is te weinig om te kunnen verstrooien. Na de vijfde meting was volgens het systeem geen bijmestgift nodig.

Aardappelmonitoring

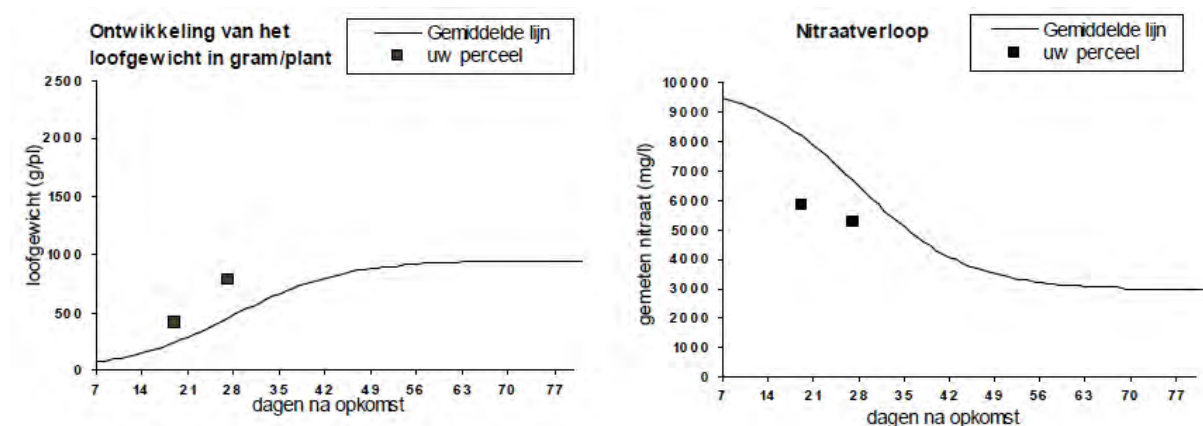
In de figuren 21 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes weergegeven bij object Aardappelmonitoring. Na de derde meting (26 juni) volgde een bijmestadvies van 40 kg N per ha. Daarna hoefde volgens het adviessysteem niet meer te worden bijbemest.



Figuur 21. Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Classic te Vredepeel in 2013

Bemestingsnavigator aardappel

In figuur 22 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes bij 'Bemestingsnavigator aardappel' weergegeven. De gemeten Nmin bedroeg 138 kg N per ha bij de eerste meting (11 juni) en 88 kg N per ha bij de tweede meting (19 juni). Na de tweede meting is een bijmestadvies gegeven van 40 kg N per ha op grond van een ontoereikende Nmin-voorraad in de bodem.



Figuur 22. Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij 'Bemestingsnavigator aardappel' te Vredepeel in 2013

Na de tweede meting gaf 'Bemestingsnavigator aardappel' ook een kalibijmestadvies van 45 kg K₂O per ha (zie bijlage 10). In het bemestingsplan van de proef was voorzien om na knolzetting op het hele proefveld 30 kg K₂O bij te bemesten met patentkali (zie bijlage 2). Omdat de proef gericht is om N-bemesting, is besloten om de kalibemesting bij alle objecten gelijk te houden, anders zou een verstrengeling ontstaan tussen stikstof- en kalibemesting.

Tabel 13. **Gerealiseerde N-bemesting per object te Vredepeel in 2013 (kg N per ha)**

Object	Basisgift		Bijbemesting					Totale N-gift
	VDM	KAS	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	Totaal	
	3/4	3/4	17/6	26/6	4/7		bijbemest	
Nulobject – ON	0	0	-	-	-	-	0	0
Vaste trap – 100N	100	0	-	-	-	-	0	100
Vaste trap – 150N	100	50		-	-	-	0	150
Vaste trap – 225N	100	50	75	-	-	-	75	225
Vaste trap – 300N	100	100	75	-	25-	-	100	300
NBS-sensing meermalig	100	50	-	-	28	-	28	178
Aardappelmonitoring Classic	100	50	-	-	40	-	40	190
Bemestingsnavigator aardappel	100	50	-	40	-	-	40	190
NBS-sensing + N-balans	100	50	-	-	41	-	41	191
NBS-sensing vanaf gewassluiting	100	50	-	53	-	-	53	203

5.2 Gewasontwikkeling

Op 11 juni bleef de loofontwikkeling bij het nulobject duidelijk achter ten opzichte van de overige objecten. Het loof was iets minder ver ontwikkeld en lichter van kleur. Tussen de overige objecten was er geen duidelijk verschil.

Op 18 juni had het nulobject 65-70% grondbedekking bereikt. Bij de hoogste vaste trap was dat 100% en bij alle overige objecten 95%. Op 3 juli bedroeg de groenbedekking bij het nulobject 85% en bij alle overige objecten 100%.

Op 18 juni was het loof bij het nulobject duidelijk lichter van kleur en ook bij de vaste trap 100N was het loof wat lichter. Bij alle overige objecten was het goed donker groen en waren er geen kleurverschillen.

Op 3 juli stond het gewas bij alle objecten in volle bloei. Bij de twee hoogste vaste N-trappen was het loof donker groen van kleur. Bij de lagere N-trappen was het loof lichter van kleur naarmate de N-gift lager was. Bij de objecten die eind juni waren bijbemest ('Bemestingsnavigator aardappel' en 'NBS-sensing vanaf gewassluiting') was het loof ook donker groen van kleur, terwijl het bij de nog niet-bijbemeste objecten iets lichter was (tabel 14).

Tot begin juli groeide het gewas voortvarend. Vanaf de tweede week van juli was het droog en zeer warm weer. De gewasgroei stagneerde daardoor, ondanks beregening.

Op 5 augustus was het loof donkerder groen van kleur naarmate de N-gift hoger was. Er was geen duidelijk kleurverschil tussen de bijmestobjecten.

Begin augustus begon het loof af te sterven. Op 5 augustus zijn kleine verschillen in loofafsterving tussen de objecten waargenomen, maar deze hingen niet duidelijk samen met de N-bemesting (tabel 14). Op 9 augustus was het loof bij de vaste N-trappen verder afgestorven naarmate de N-gift lager was. Bij de bijmestobjecten verschilde de mate van loofafsterving weinig en was er geen duidelijke verband met de N-gift.

Tabel 14. Gewasbeoordeling per object te Vredepeel op 3 juli, 5 augustus en 9 september 2013

Object	N-gift tot 3 juli (kg/ha)	Kleur 3 juli	Totale N-gift 5 aug (kg/ha)	Kleur 5 aug	Afsterving 5 aug	Afsterving 9 sep
Nulobject – ON	0	3	0	2	4	95-100%
Vaste trap – 100N	100	4	100	3	3½	80%
Vaste trap – 150N	150	4½-5	150	3½	3½	70%
Vaste trap – 225N	225	5	225	4	4	40-45%
Vaste trap – 300N	275	5	275	5	4	30-35%
NBS-sensing meermalig	178	4½	178	4	3½-4	45-50%
Aardappelmonitoring Classic	150	4½	190	4	3½	35-40%
Bemestingsnavigator aardappel	190	5	190	4	3½	45-50%
NBS-sensing + N-balans	150	4½-5	191	4	4	50-55%
NBS-sensing vanaf gewassluiting	203	5	203	4	4	45-50%

Toelichting:

Kleur	Afsterving
1 = zeer licht	1 = (bijna) geheel
2 = licht	2 = ver
3 = matig	3 = redelijk ver
4 = voldoende	4 = zeer licht / begin
5 = goed (donker)	5 = niet

In tabel 15 is de uit de gewassensing berekende N-opname door het gewas weergegeven. Op 10, 17 en 24 juni was er geen duidelijk effect van de hoogte van de stikstofgift op de N-inhoud van het gewas. Enkel bij het nulobject was deze lager.

Op 2 en 8 juli was de N-inhoud van het gewas bij de vaste N-trappen hoger naarmate de N-gift hoger was. Tussen de bijmestobjecten was er op 2 juli geen significant verschil in N-inhoud. Bij 'Bemestingsnavigator aardappel' en 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' was er op dat moment bijbemest, bij de andere systemen objecten nog niet. Op 8 juli was de N-inhoud bij 'NBS-sensing meermalig' (laagste bijmestgift) het laagste en die bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' het hoogste (hoogste bijmestgift).

Tabel 15. Stikstofinhoud van het gewas (kg N per ha) te Vredepeel in 2013, afgeleid uit gewassensing

Object	10 juni	17 juni	24 juni	2 juli	8 juli
Nulobject – ON	66 a .	82 a . .	77 a . . .	78 a	77 a
Vaste trap – 100N	99 . b	167 . b c	147 . b c d	193 . b . . .	242 . b
Vaste trap – 150N	85 . b	161 . b .	142 . b . .	204 . . c . .	249 . b c
Vaste trap – 150N + 75N	96 . b	172 . . c	146 . b c .	213 . . . d e	297 f g
Vaste trap – 200N + 75N + 25N	95 . b	170 . b c	149 . b c d	217 e	305 g
NBS-sensing meermalig	93 . b	166 . b c	150 . . c d	209 . . c d e	259 . b c d . . .
Aardappelmonitoring Classic	86 . b	167 . b c	154 . . . d	206 . . c d .	264 . b c d e . .
Bemestingsnavigator aardappel	90 . b	164 . b c	144 . b c .	210 . . c d e	278 . . . d e f .
NBS-sensing + N-balans	89 . b	164 . b c	142 . b . .	208 . . c d .	272 . . c d e . .
NBS-sensing vanaf gewassluiting	93 . b	167 . b c	143 . b c .	208 . . c d .	287 e f g
<i>LSD 5%</i>	<i>15</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>24</i>

Het verschil in N-inhoud van het gewas tussen het omgekeerde N-venster (de hoogste vaste N-trap in de proef) en de basisgift van 150 kg N per ha was t/m 2 juli klein en zou hebben geleid tot het advies om niet of een geringe hoeveelheid stikstof bij te bemesten. Op 8 juli was het verschil groter en zou op basis van het omgekeerde N-venster zijn geadviseerd 65 kg N per ha bij te bemesten.

5.3 Opbrengst en kwaliteit

De bruto knolopbrengst, de marktbaar opbrengst (netto >40 mm) en het onderwatergewicht zijn weergegeven in tabel 16. Een hogere N-gift leidde tot een hogere knolopbrengst. Bij giften boven de 150 kg N per ha was de opbrengstreactie op stikstofbemesting zwakker dan in de proef van 2012. Er waren geen significante verschillen in bruto en marktbaar opbrengst (netto >40 mm) tussen de diverse N-bijmestsystemen. In figuur 23 is de marktbaar opbrengst bij de vaste N-trappen weergegeven en de opbrengsten bij de NBS-objecten, uitgezet tegen de totale stikstofgift.

De uitval door groene, rotte en misvormde knollen en knollen met groeischeuren was nihil in de gehele proef (<1% van de bruto opbrengst).

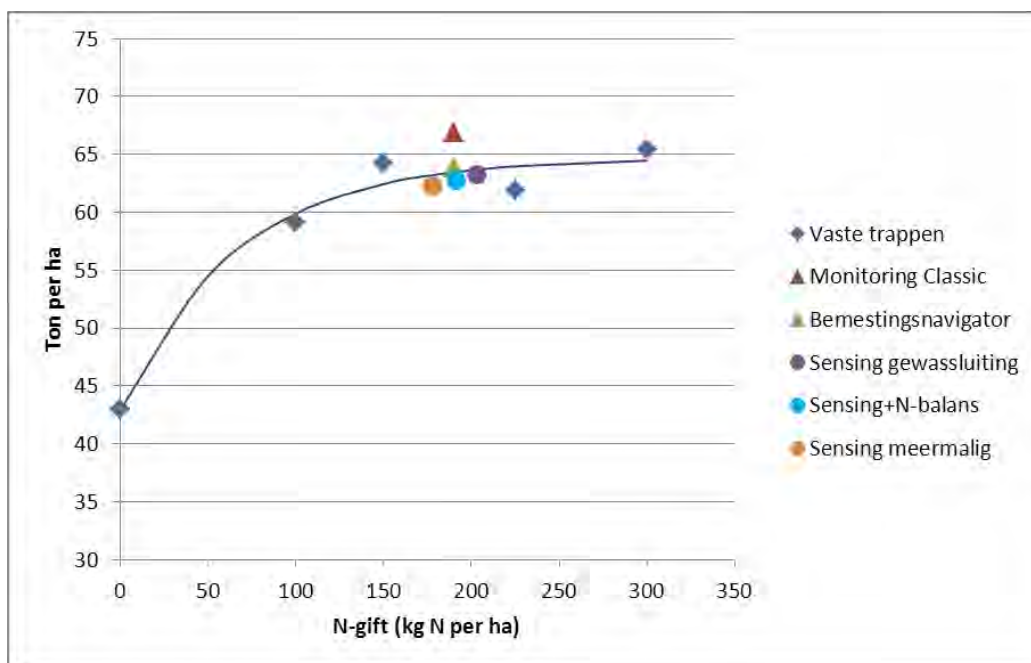
Een hogere knolopbrengst ging gepaard met een grovere sortering (figuur 24). De verschillende NBS-objecten (timing en verdeling van de N-gift) hadden geen significant effect op de sortering anders dan via de opbrengst.

Er was een tendens dat het onderwatergewicht (OWG) van de knollen afnam bij stijging van de N-gift, maar de spreiding tussen de objecten was groot (figuur 25). Bij alle NBS-objecten zat het OWG boven de kritische ondergrens van 360 g voor frites op contract. Bij de hoogste N-trap (300 kg N per ha) zat het OWG net onder die grens.

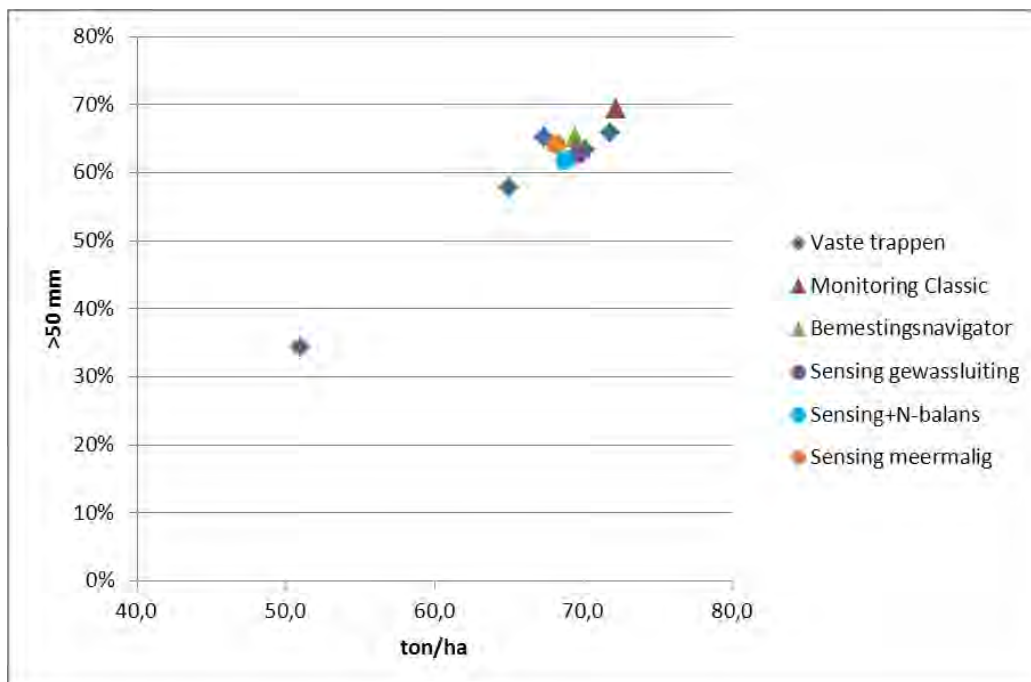
Tabel 16. **Knolopbrengst en onderwatergewicht (OWG) te Vredepeel in 2013**

Object	N-gift (kg/ha)	Knolopbrengst (ton/ha)				OWG	
		Bruto		Netto >40 mm			
Nulobject – ON	0	50,9	a . .	43,0	a . .	392	. . . . e
Vaste trap – 100N	100	65,0	. b .	59,2	. b .	366	a b c . .
Vaste trap – 150N	150	70,1	. b c	64,3	. b c	366	a b c . .
Vaste trap – 225N	225	67,3	. b c	61,9	. b c	367	a b c . .
Vaste trap – 300N	300	71,8	. . c	65,4	. . c	357	a
NBS-sensing meermalig	178	68,1	. b c	62,2	. b c	361	a b . . .
Aardappelmonitoring Classic	190	72,1	. . c	66,9	. . c	377	. . c d .
Bemestingsnavigator aardappel	190	69,4	. b c	63,8	. b c	369	a b c d .
NBS-sensing + N-balans	191	68,8	. b c	62,7	. b c	383	. . . d e
NBS-sensing vanaf gewassluiting	203	69,5	. b c	63,2	. b c	372	. b c d .
<i>LSD 5%</i>		<i>5,3</i>		<i>5,7</i>		<i>15</i>	

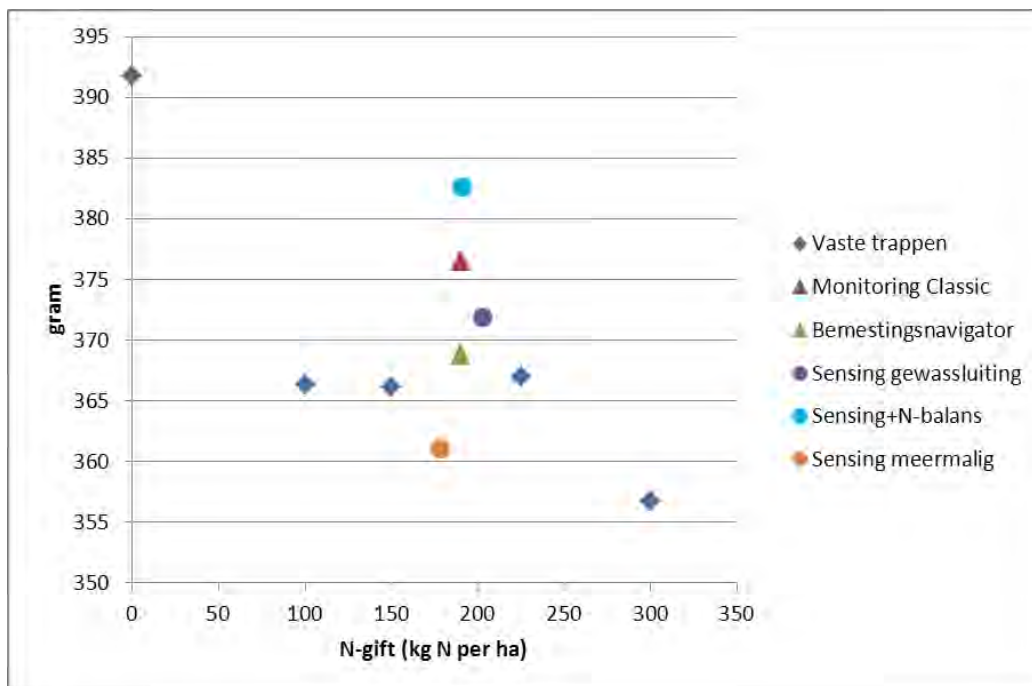
Aan de hand van de responscurve in figuur 23 is een economisch optimale N-gift afgeleid. Dit is het omslagpunt waarboven de kosten van extra stikstof die wordt toegediend, hoger zijn dan de financiële meeropbrengst die daardoor nog wordt verkregen. Er is gerekend met een stikstofprijs van €1,08 per kg N (KAS; KWIN-AGV 2012), een aardappelprijs van 10 cent per kg bij levering af veld of 13 cent per kg na bewaring en 3% bewaarverlies. De berekende financiële optimale N-gift bij levering af veld bedraagt 225 kg N per ha en na bewaring 245 kg N per ha. Dat is lager dan de gift volgens de N-richtlijn (287 kg N per ha) en ook lager dan de N-gebruiksnorm (260 kg N per ha).



Figuur 23. **Netto knolopbrengst (>40 mm) uitgezet tegen de totale N-gift, Vredepeel 2013**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte exponentiële responscurve)



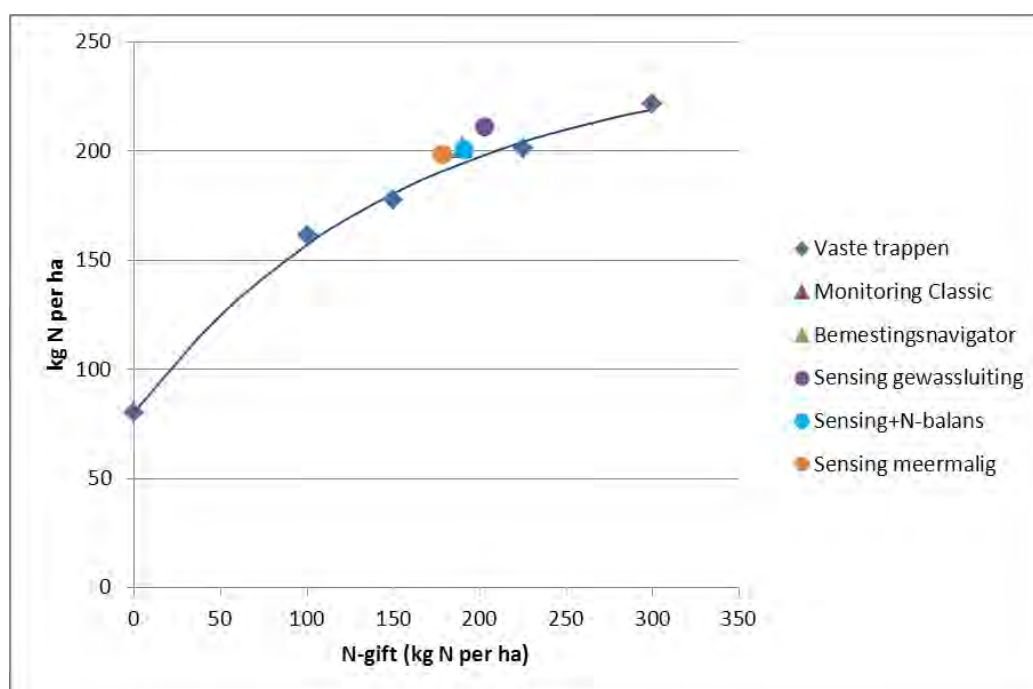
Figuur 24. **Gewichtspercentage knollen >50 mm, uitgezet tegen de bruto knolopbrengst, Vredepeel 2013**



Figuur 25. Onderwatergewicht uitgezet tegen de stikstofgift, Vredepeel 2013

5.4 Stikstofopname

De N-opname in de knollen nam significant toe bij stijging van de N-gift (figuur 26). Uit lineaire-regressie-analyse bleek dat de verschillen in N-opname tussen de diverse N-bijmestsystemen zijn toe te schrijven aan de verschillen in N-gift en dat er anderszins geen significante verschillen waren tussen de systemen. Wel was bij alle systemen de N-opname iets hoger ten opzichte van de N-responscurve van de vaste trappen (bij gelijke N-gift). Deze verschillen waren echter niet significant. Gemiddeld over de vijf bijmestsystemen was het verschil ten opzichte van de vaste trappen evenmin significant.



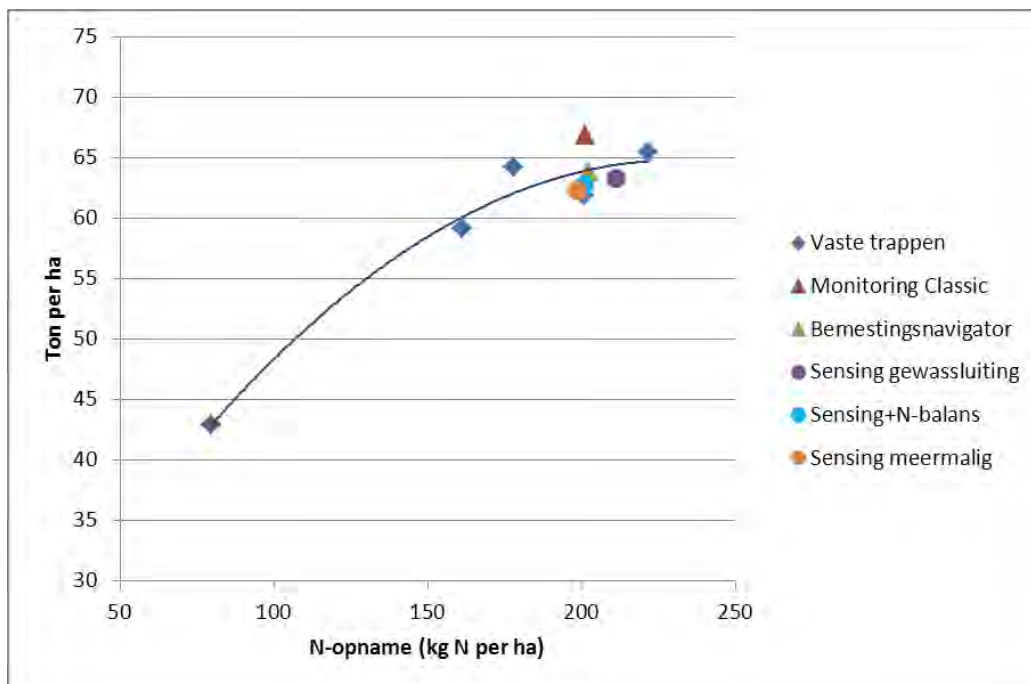
Figuur 26. **Stikstofopname in de knollen uitgezet tegen de stikstofgift, Vredepeel 2013**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte exponentiële responscurve)

In tabel 17 is de berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) weergegeven op basis van N-opname in de knollen. Deze zat bij alle bijmestsystemen rond de 65%. Dat is iets hoger dan in 2012 (rond de 60%). Er waren geen significante verschillen tussen de bijmestsystemen. De ANR was bij de bijmestsystemen bij overeenkomstige N-gift iets hoger dan bij de vaste trappen, maar deze verschillen waren niet significant. Ook gemiddeld over de vijf bijmestsystemen was het verschil niet significant ten opzichte van de vaste trappen. Bij de vast trap 100N (alleen varkensdrijfmest) was de ANR, evenals in 2012, wat hoger dan bij de bij de andere objecten.

Tabel 17. **Berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) op basis van N-opname in de knollen**

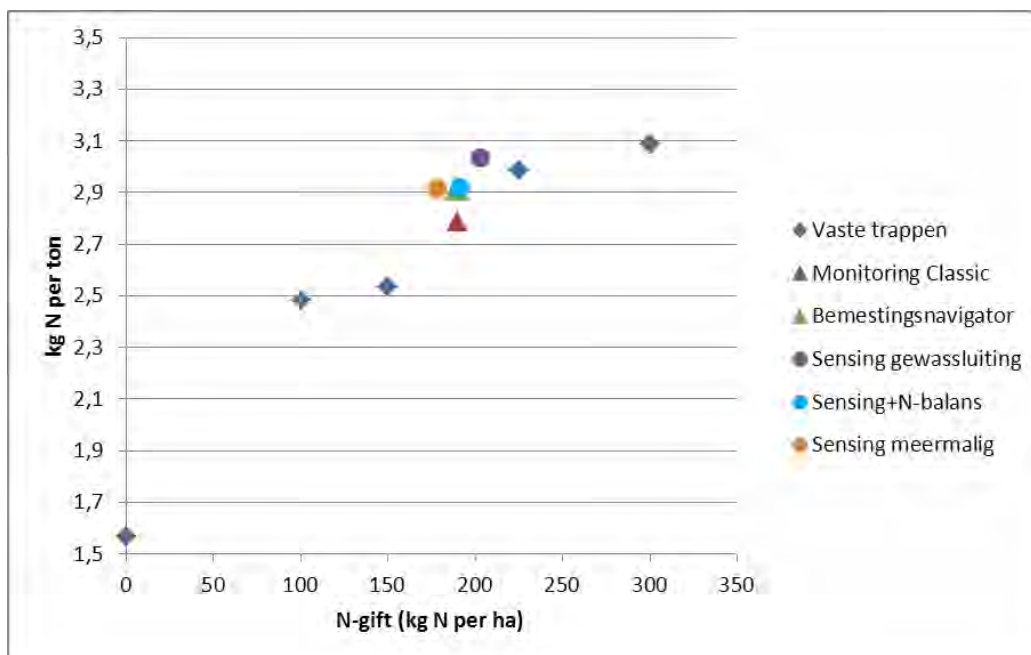
Object	N-gift (kg/ha)	ANR
Nulobject – ON	0	-
Vaste trap – 100N	100	81% . . c
Vaste trap – 150N	150	65% . b c
Vaste trap – 225N	225	54% a b .
Vaste trap – 300N	300	47% a . .
NBS-sensing meermalig	178	67% . b c
Aardappelmonitoring Classic	190	64% . b .
Bemestingsnavigator aardappel	190	64% . b .
NBS-sensing + N-balans	191	63% a b .
NBS-sensing vanaf gewassluiting	203	65% . b .
<i>LSD 5%</i>		<i>16%</i>

In figuur 27 is de netto knolopbrengst uitgezet tegen de totale N-opname in de knollen. Aan de hand van de responscurve is berekend dat de maximale opbrengst werd behaald bij een N-opname in de knollen van 240 à 245 kg N per ha.



Figuur 27. **Netto knolopbrengst uitgezet tegen de N-opname in de knollen, Vredepeel 2013**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 2^e graads polynoom responscurve)

In figuur 28 is het N-gehalte in de knollen weergegeven op basis van de bruto opbrengst. Het N-gehalte nam toe bij stijging van de N-gift. Bij N-giften rond de 200 kg N per ha tot 250 kg N per ha bedroeg het gehalte 2,8-3,0 kg N per ton. Vooraf is voor de berekening van de N-opname op basis van de streefopbrengst uitgegaan van een gehalte van 3,3 kg N per ton (zie paragraaf 2.1.1).



Figuur 28. **N-gehalte in de knollen (kg N per ton vers product), Vredepeel 2013**

6 Resultaten proef op löss (Hulsberg) 2013

De periode van april tot aan de zomer was gemiddeld genomen iets koeler dan normaal. De zomer was wat warmer dan normaal. In mei en september kwamen natte perioden voor. De periode juni t/m augustus was zeer droog. De temperatuur- en neerslaggegevens zijn weergegeven in bijlage 6.

6.1 Bijmestadviezen per systeem

Evenals in 2012 werden in 2013 in de proef te Hulsberg hoge Nmin-voorraden in de bodem gemeten in juni. Waarschijnlijk betrof dit de vrijkomende stikstof uit de ingewerkte groenbemester. Aardappelmonitoring gaf het advies om niet bij te bemesten. De overig systemen gaven wel een advies om bij te bemesten, maar op nogal verschillende momenten in de tijd. 'Bemestingsnavigator aardappel' en 'NBS-sensing bij gewassluiting' gaven eind juni een bijmestgift aan, terwijl 'NBS-sensing + N-balans' en 'NBS-sensing meermalig' pas in de tweede week van juli een advies gaven om bij te bemesten (twee weken later).

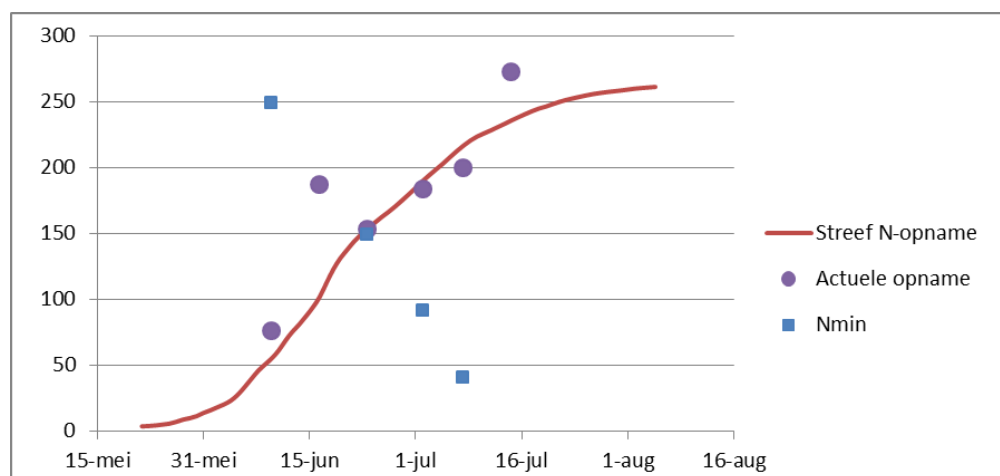
NBS-sensing + N-balans' en 'NBS-sensing meermalig' gaven bijna hetzelfde bijmestadvies. Er is toen besloten om niet twee objecten nagenoeg hetzelfde te bemesten, maar om bij één van beide een dubbele dosering te hanteren om het effect van een late, hoge bijmestgift na te gaan.

NBS-gewassensing + N-balans

In figuur 29 is de streefopnamecurve weergegeven op basis van de T-som, de uit gewassensing afgeleide N-opname en de Nmin-voorraad in de bodemlaag 0-30 cm per meetmoment. Bij de eerste drie metingen (10, 17 en 24 juni) was de actuele N-opname gelijk of hoger dan de streefopname en is geen bijmestadvies gegeven. Bij de vierde meting (2 juli) was de N-opname iets lager dan de streefwaarde en is een bijmestgift berekend van 12 kg N per ha. Deze is niet gegeven, omdat die hoeveelheid te klein is om met KAS te kunnen verstrooien. Bij de vijfde meting (8 juli) lag de actuele N-opname nog wat verder onder de streefopnamecurve en is een bijmestgift berekend van 53 kg N per ha. Bij de laatste meting (15 juli) zat de N-opname boven de streefopnamecurve.

Opmerkelijk is dat de Nmin-voorraad in de bodem gedurende het groeiseizoen sterk daalde: gemiddeld 7,3 kg N per ha per dag. De afname van de Nmin-voorraad was groter dan de hoeveelheid stikstof die in diezelfde periode door het gewas werd opgenomen.

De berekening van de bijmestgift is weergegeven in bijlage 7.



Figuur 29. **Streef N-opname op basis van streefopbrengst en T-som, actuele N-opname afgeleid uit gewassensing en gemeten Nmin 0-30 cm te Hulsberg in 2013**

NBS-gewassensing vanaf gewassluiting

Bij de eerste en twee meting was er nog geen 90% grondbedekking bereikt. Bij de derde meting (24 juni) wel en toen bedroeg het bijmestadvies 59 kg N per ha (zie bijlage 7).

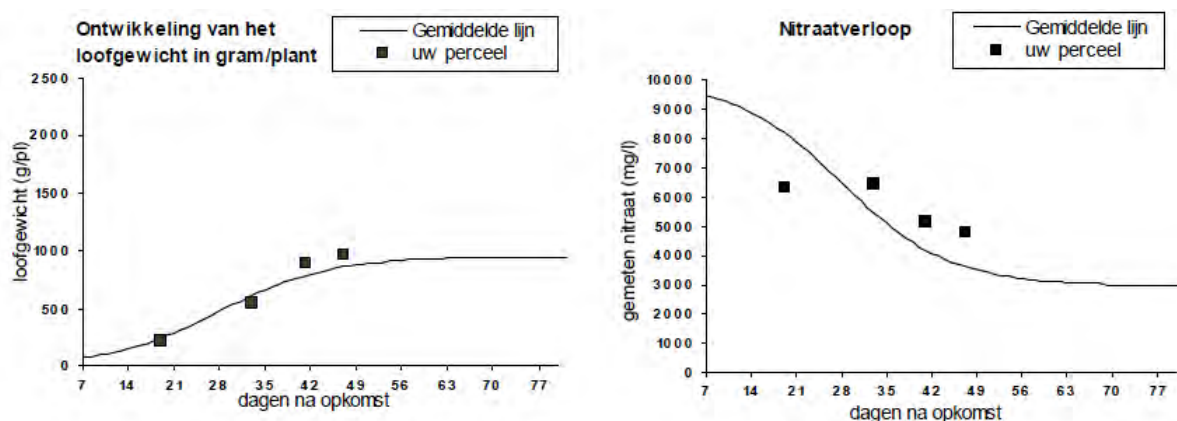
NBS-gewassensing meermalig

Bij 'NBS-sensing meermalig' zat bij vierde meting (2 juli) de actuele N-opname iets onder de normlijn en is een N-bijmestadvies berekend van 3 kg N per ha. Dat is te weinig om te kunnen verstrooien. Bij de vijfde meting (8 juli) is een adviesgift berekend van 63 kg N per ha (zie bijlage 7).

De berekende gift was slechts 10 kg N per ha hoger dan het bijmestadvies van 'NBS-sensing + N-balans'. Besloten is om niet twee objecten nagenoeg hetzelfde te bemesten, de bijmestgift van 63 kg N per ha te laten vervallen en te vervangen door een hogere bijmestgift. Aangezien de Nmin-voorraad snel daalde en op 8 juli al laag was (41 kg N per ha, zie figuur 29) is besloten om na te gaan of toch niet een hogere bijmestgift nodig zou en is de dubbele dosering aangehouden van 'NBS-sensing + N-balans'.

Aardappelmonitoring

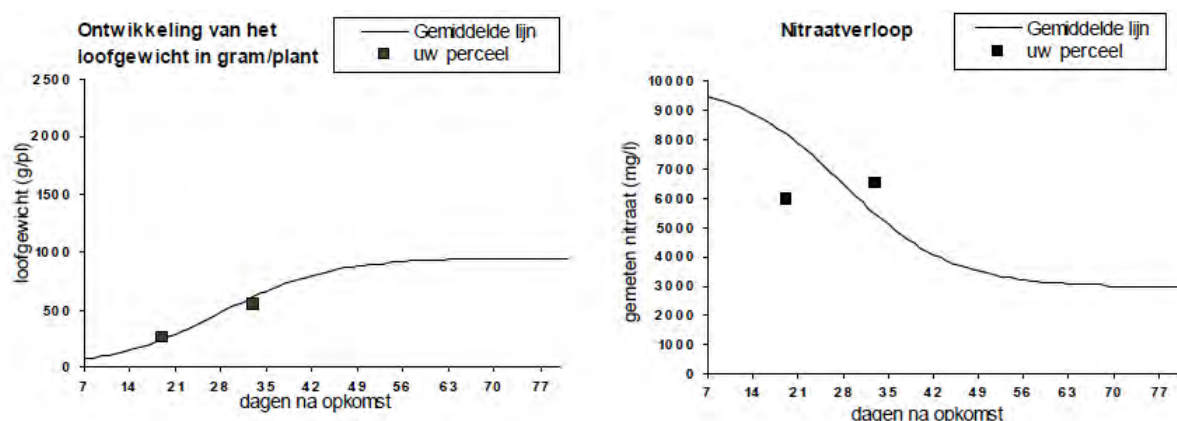
In de figuren 30 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes weergegeven bij Aardappelmonitoring Classic. Het systeem gaf het advies om niet bij te bemesten.



Figuur 30. Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Aardappelmonitoring Classic te Hulsberg in 2013

Bemestingsnavigator aardappel

In figuur 31 is het gemeten loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladsteeltjes bij Bemestingsnavigator aardappel weergegeven. De gemeten Nmin bedroeg 160 kg N per ha bij het eerste meetmoment en 103 kg N per ha bij het tweede moment. De Nmin was bij het tweede moment was net niet toereikend, waarop een bijmestadvies gegeven van 25 kg N per ha.



Figuur 31. Gemeten loofgewicht en nitraatgehalte in de bladsteeltjes ten opzichte van de normlijnen bij Bemestingsnavigator aardappel te Hulsberg in 2013

Na de tweede meting gaf Bemestingsnavigator aardappel ook een kalibijmestadvies van 55 kg K₂O per ha (zie bijlage 11). Omdat de proef gericht is om N-bemesting, is geen kali bijbemest om de kaligift bij alle objecten gelijk te houden. Anders zou een verstrengeling ontstaan tussen stikstof- en kalibemesting. Vóór poten was al 320 kg K₂O per ha toegediend.

Uit de bodemanalyse van 'Bemestingsnavigator aardappel' bleek voorts dat het chloridegehalte in de bodem vrij hoog was (bijlage 11), maar minder hoog dan in de proef van 2012 (bijlage 9). Ook het chloridegehalte in de bladsteeltjes van de aardappelen was in 2013 wat lager dan in 2012 (bijlage 11).

Bijbemesting met urean

Vanwege de droge zomer is in overleg met de klankbordgroep van telers besloten om een extra object bij te bemesten met bladbemesting. In juli is vier keer 10 kg N per ha in de vorm van urean over het gewas gespoten.

Tabel 18. N-bemesting per object te Hulsberg (kg N per ha) in 2013

Object	Basisgift	Bijbemesting							Totale N-gift
	KAS	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	Totaal	
	8/4	11/6	2/7	9/7	15/7	23/7	30/7	bijbem.	
Nulobject – ON	0	-	-	-	-	-	-	0	0
Vaste trap – 100N	100	-	-	-	-	-	-	0	100
Vaste trap – 150N	150	-	-	-	-	-	-	0	150
Vaste trap – 225N	150	75	-	-	-	-	-	75	225
Vaste trap – 300N	200	75	-	25	-	-	-	100	300
Aardappelmonitoring Classic	150	-	-	-	-	-	-	0	150
Bemestingsnavigator aardappel	150	-	25	-	-	-	-	25	175
Bladbemesting urean	150	-	-	10	10	10	10	40	190
NBS-sensing + N-balans	150	-	-	-	54	-	-	54	204
NBS-sensing vanaf gewassluiting	150	-	59	-	-	-	-	59	209
NBS-sensing meermalig	150	-	-	-	63 ¹	-	-	63 ¹	213 ¹
Late hoge bijmestgift	150	-	-	-	108	-	-	108	258

¹ Niet gestrooid c.q. in de proef toegepast. Dit object is vervangen door de late hoge bijmestgift van 108 kg N per ha.

6.2 Gewasontwikkeling

Op 10 juni waren er geen duidelijke verschillen in gewasstand tussen de objecten. Enkel het nulobject bleef achter. Het loof was lichter groen van kleur en iets minder ver ontwikkeld dan bij de andere objecten. Het loof had bij het nulobject de grond voor 25% bedekt en bij de overige objecten voor zo'n 35%.

Op 24 juni had het loof bij het nulobject de grond voor ruim 80% bedekt bij de vaste trap 100N voor ruim 95% en bij de overige objecten had het loof de grond volledig bedekt. Op 2 juli bedroeg de grondbedekking bij het nulobject 95% en was bij alle andere objecten de grondbedekking volledig. Er waren op 24 juni en 2 juli geen kleurverschillen tussen de objecten; enkel het loof bij het nulobject was lichter van kleur.

Tot in de eerste helft van juli groeide het gewas goed. Daarna nam de loofgroei af, waarschijnlijk mede door de droogte en hitte, maar in mindere mate dan te Vredepeel.

Op 9 augustus begon het gewas ineen te zakken. Er waren geen zichtbare verschillen in afsterving van het loof. Het loof was bij de vaste N-trappen donkerder van kleur naarmate de N-gift hoger was (tabel 19).

Op 10 september waren er wel duidelijke verschillen in loofafsterving: het loof was verder afgestorven naarmate de N-gift lager was. Bij de bijmestobjecten verschilde de mate van loofafsterving enigszins. Dit hing ten dele samen met de hoogte van de N-gift. Het loof bij de NBS-gewassensing-objecten was iets

minder ver afgestorven dan bij de andere NBS-objecten. Bij de bladbemesting met urean en het object met de late, hoge bijmestgift was het loof in verhouding tot de hoogte van de totale N-gift relatief wat verder afgestorven.

Tabel 19. **Gewasbeoordeling per object te Hulsberg op 9 augustus en 10 september 2013**

Object	Totale N-gift (kg/ha)	Kleur 9 aug	Afsterving 10 sep
Nulobject – ON	0	2½	>95%
Vaste trap – 100N	100	3½	90%
Vaste trap – 150N	150	3½	75%
Vaste trap – 225N	225	4	60-65%
Vaste trap – 300N	300	4½-5	55-60%
Aardappelmonitoring Classic	150	4	75%
Bemestingsnavigator aardappel	175	4	75%
Bladbemesting urean	190	4	75-80%
NBS-sensing + N-balans	204	4	65-70%
NBS-sensing vanaf gewassluiting	209	4½	65%
Late hoge bijmestgift	258	4	65-70%

Toelichting:

Kleur

1 = zeer licht

2 = licht

3 = matig

4 = voldoende

5 = goed (donker)

In tabel 20 is de uit gewassensing berekende N-opname door het gewas weergegeven. Op 10, 17 juni en 24 juni was er geen duidelijk effect van de hoogte van de stikstofgift op de N-inhoud van het gewas. Enkel bij het nulobject was deze lager.

Op 2, 8 en 15 juli was er wel een effect van de hoogte van de stikstofgift op de N-inhoud van het gewas. Bij de vaste trappen was de N-inhoud van het gewas hoger bij hogere N-gift. Tussen de bijmestsystemen waren er op 2 en 8 juli geen significante verschillen in N-inhoud van het gewas. Op 15 juli waren er wel verschillen, als gevolg van verschillen in bijmestgift op dat moment. Bij 'Aardappelmonitoring' was niet bijbemest en bij de systemen 'NBS-sensing + N-balans', 'Bladbemesting urean' en 'hoge late bijmestgift' ook nog niet. Deze objecten hadden alleen nog maar de basisgift van 150 kg N per ha gekregen en de N-inhoud van het gewas was nagenoeg gelijk aan die van de vaste trap 150N.

Tot en met 24 juni was er geen verschil in N-inhoud van het gewas tussen het omgekeerde N-venster (de hoogste vaste N-trap in de proef) en de basisgift van 150 kg N per ha. Op 2 juli was een klein verschil ontstaan, dat niet zou hebben geleid tot het advies om stikstof bij te bemesten. Op 8 juli was het verschil groter en zou op basis van het omgekeerde N-venster zijn geadviseerd 30 kg N per ha bij te bemesten.

Tabel 20. **Stikstofinhoud van het gewas te Hulsberg in 2013 (kg N per ha), afgeleid uit gewassensing**

Object	10 juni	17 juni	24 juni	2 juli	8 juli	15 juli
Nulobject – ON	68 a .	106 a .	108 a . .	115 a . . .	109 a	137 a
Vaste trap – 100N	76 . b	183 . b	151 . b c	181 . b . .	185 . b	243 . b
Vaste trap – 150N	73 . b	184 . b	148 . b c	187 . b c d	196 . . c . . .	276 . . c . . .
Vaste trap – 150N + 75N	74 . b	179 . b	142 . b .	188 . . c d	213 e f	305 f
Vaste trap – 200N + 75N + 25N	75 . b	184 . b	147 . b c	192 . . . d	222 f	310 f
Aardappelmonitoring Classic	74 . b	182 . b	150 . b c	190 . . c d	203 . . c d . .	275 . . c . . .
Bemestingsnavigator aardappel	77 . b	188 . b	149 . b c	186 . b c d	206 . . . d e .	289 . . . d e .
Bladbemesting urean	76 . b	186 . b	149 . b c	189 . . c d	204 . . c d e .	279 . . c d . .
NBS-sensing + N-balans	76 . b	187 . b	153 . . c	184 . b c .	200 . . c d . .	273 . . c . . .
NBS-sensing vanaf gewassluiting	76 . b	188 . b	151 . b c	188 . b c d	206 . . c d e .	298 e f
Late hoge bijmestgift	78 . b	191 . b	151 . b c	188 . . c d	202 . . c d . .	274 . . c . . .
<i>LSD 5%</i>	<i>5</i>	<i>16</i>	<i>9</i>	<i>6</i>	<i>10</i>	<i>12</i>

6.3 Opbrengst en kwaliteit

In tabel 21 zijn de gemiddelde bruto en netto knolopbrengst (>40 mm) weergegeven en het onderwatergewicht. De opbrengst bleef gestaag toenemen bij toenemende N-gift. Er was geen uitval in de proef door groene, rotte en misvormde knollen of knollen met groeischeuren.

In figuur 15 is de netto opbrengst grafisch uitgezet tegen de N-gift en is een met behulp van regressieanalyse gefitte responscurve weergegeven. De NBS-sensing systemen adviseerden hogere bijmestgiften dan de Aardappelmonitoring en Bemestingsnavigator (tabel 18), wat ook tot hogere opbrengsten leidde.

Bij 'NBS-sensing bij gewassluiting' was de opbrengst relatief hoog in verhouding tot de N-gift. Het verschil ten opzichte van de responsecurve van de vast trappen was echter niet significant. Er is ook geen goede verklaring voor dit verschil. Er lijkt geen verband met het moment van bijbemesting. Bij bemestingsnavigator is op hetzelfde moment bijbemest en dat leidde niet tot een verhoogde opbrengst.

Bij de bladbemesting met urean was de opbrengst laag in verhouding tot de N-gift. De opbrengst bleef significant achter ten opzichte van de responsecurve van de vast trappen.

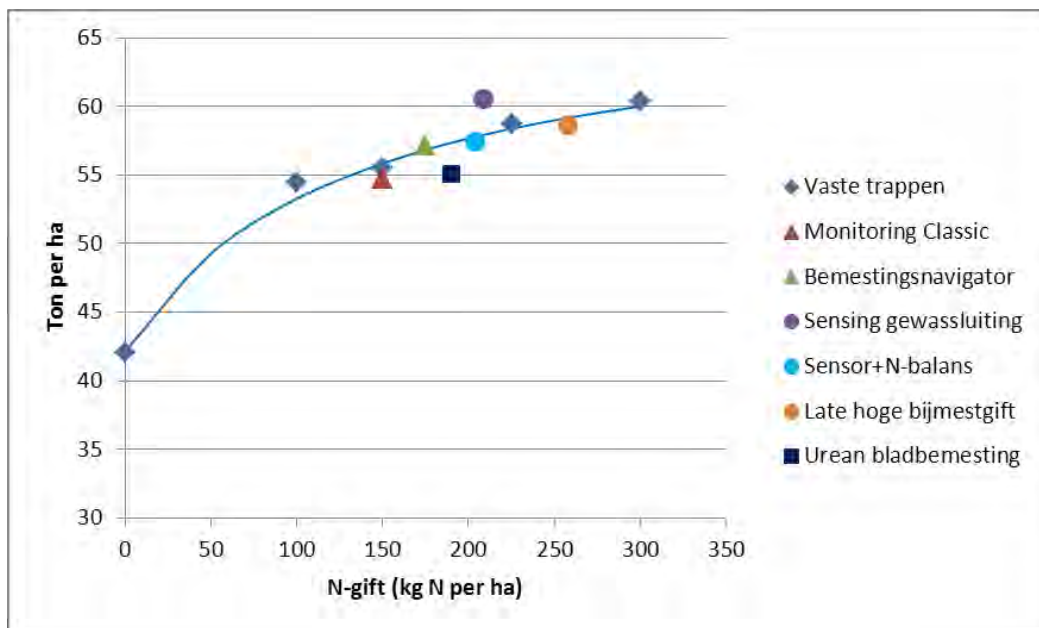
Een hogere knolopbrengst ging gepaard met een grovere sortering (figuur 33). De verschillen in sortering tussen de NBS objecten waren, gecorrigeerd voor het opbrengsteffect, niet significant.

Het OWG nam significant lineair af bij toenemende N-gift (figuur 34). De verschillen in OWG tussen de NBS-objecten waren, gecorrigeerd voor de hoogte van de N-gift, niet significant. Bij alle objecten zat het OWG ruim boven de kritische ondergrens van 360 g voor frites op contract (tabel 21).

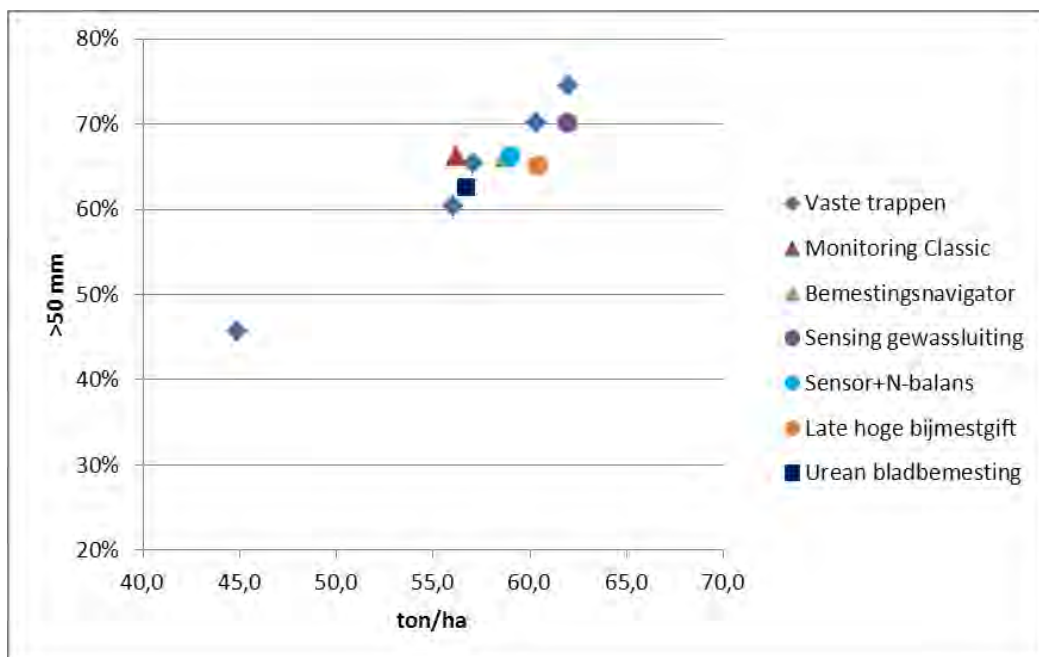
Omdat de opbrengst bleef doorstijgen bij toename van de N-gift, kan er geen optimale N-gift worden berekend. Op basis van de responscurve zou deze >300 kg N per ha bedragen.

Tabel 21. **Bruto en netto knolopbrengst en onderwatergewicht te Hulsberg in 2013**

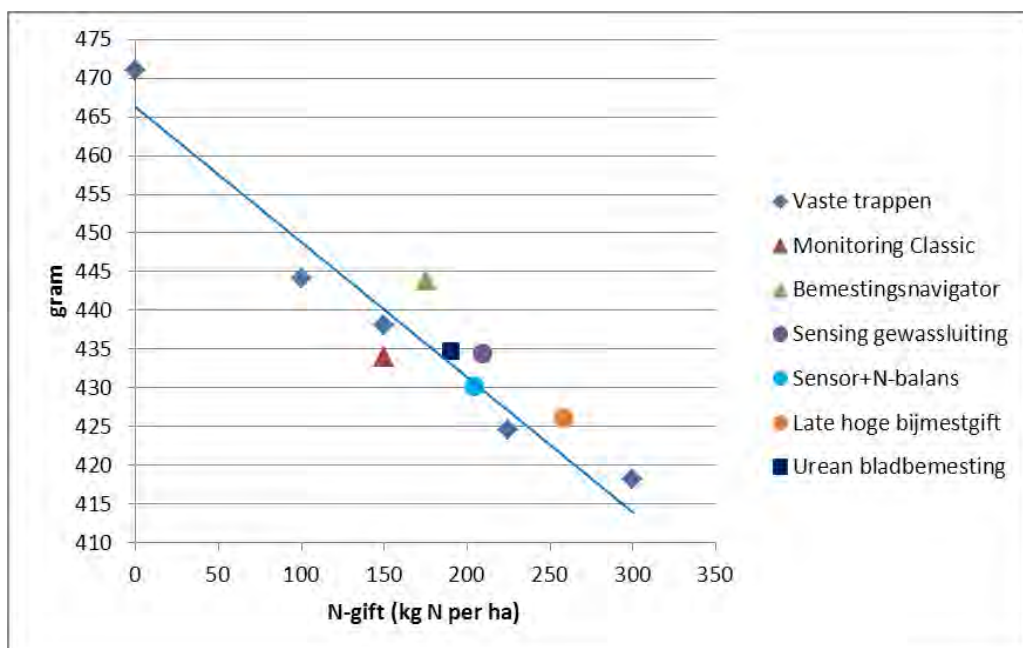
Object	N-gift (kg/ha)	Knolopbrengst (ton/ha)				OWG	
		Bruto		Netto >40 mm			
Nulobject – ON	0	44,9	a	42,1	a	471	. . . . e
Vaste trap – 100N	100	56,0	. b . . .	54,5	. b . . .	444	. . . d .
Vaste trap – 150N	150	57,1	. b c . .	55,5	. b c . .	438	. . c d .
Vaste trap – 225N	225	60,3	. . . d e	58,8	. . . d e	425	a b . . .
Vaste trap – 300N	300	62,0	. . . . e	60,3	. . . . e	418	a
Aardappelmonitoring Classic	150	56,2	. b c . .	54,7	. b c . .	434	. b c d .
Bemestingsnavigator aardappel	175	58,7	. b c d .	57,1	. b c d .	444	. . . d .
Bladbemesting urean	190	56,7	. b c . .	55,1	. b c . .	435	. b c d .
NBS-sensing + N-balans	204	59,0	. . c d .	57,4	. . c d .	430	. b c . .
NBS-sensing vanaf gewassluiting	209	61,9	. . . . e	60,6	. . . . e	434	. b c d .
Late hoge bijmestgift	258	60,4	. . . d e	58,6	. . . d e	426	a b . . .
<i>LSD 5%</i>		<i>2,9</i>		<i>2,8</i>		<i>10</i>	



Figuur 32. **Netto knolopbrengst (>40 mm) uitgezet tegen de totale N-gift, Hulsberg 2013**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 'lineair gedeeld door lineaire' responscurve)



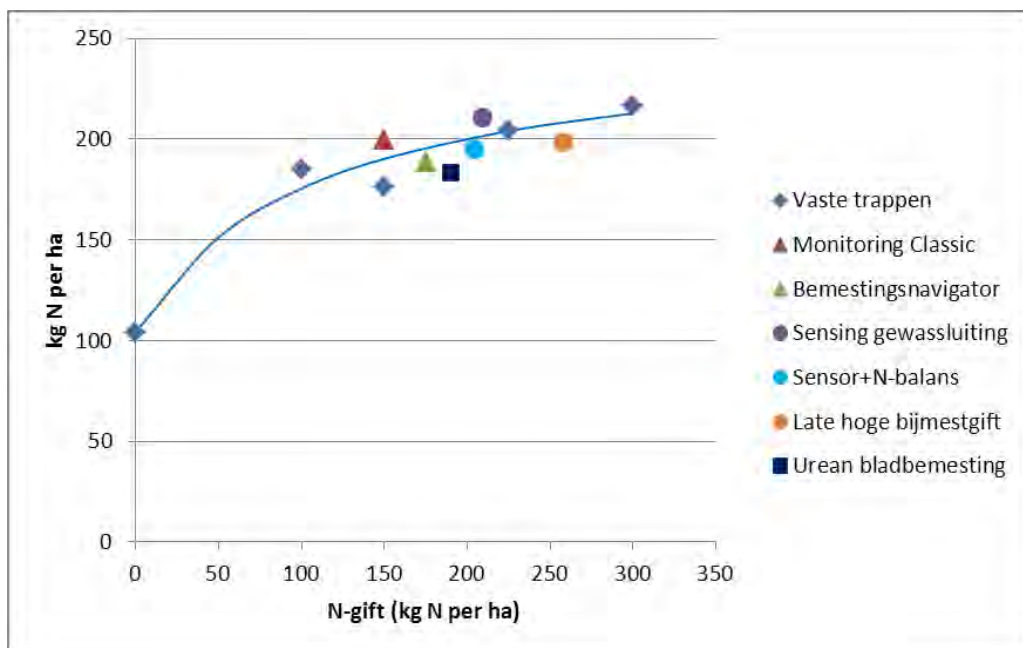
Figuur 33. **Gewichtspercentage knollen >50 mm, uitgezet tegen de bruto knolopbrengst, Hulsberg 2013**



Figuur 34. **Onderwatergewicht uitgezet tegen de stikstofgift, Hulsberg 2013**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte lineaire responscurve)

6.4 Stikstofopname

De N-opname in de knollen nam toe bij stijging van de N-gift (figuur 35). In verhouding tot de N-gift was de N-opname in de knollen bij de objecten 'late hoge bijmestgift' en 'bladbemesting met urean' aan de lage kant. Bij 'bladbemesting met urean' was de N-opname significant lager dan de N-opname volgens de N-responscurve van de vaste trappen. Bij de overige systemen verschilde de N-opname niet significant ten opzichte van de N-responscurve van de vaste trappen. Ook tussen deze systemen onderling waren er, anders dan door de hoogte van de N-gift, geen significante verschillen.



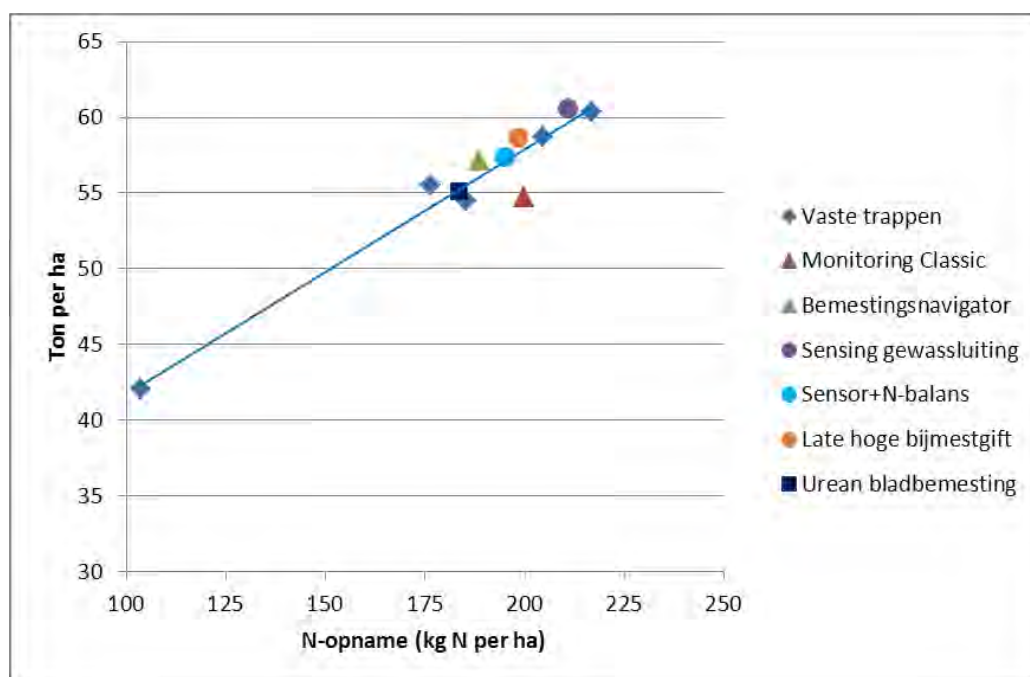
Figuur 35. **Stikstofopname in de knollen uitgezet tegen de stikstofgift, Hulsberg 2013**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte lineaire responscurve)

In tabel 22 is de berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) weergegeven op basis van N-opname in de knollen. Door de bank genomen was de ANR lager bij hogere N-gift. De ANR was bij de vaste trappen gemiddeld iets hoger dan in de proef op löss van 2012. De hoge ANR bij 'Aardappelmonitoring Classic' berust op toeval. De bemesting was gelijk aan die van de vaste trap 150N (alleen de basisgift stikstof). De ANR bij de late hoge bijmestgift was laag en ook die van de urean-bladbemesting was aan de lage kant. Bij de overige bijmestsystemen verschilde de ANR bij overeenkomstige N-gift niet significant ten opzichte van die bij de vaste trappen.

Tabel 22. **Berekende stikstofterugwinningsindex (ANR) op basis van N-opname in de knollen, Hulsberg 2013**

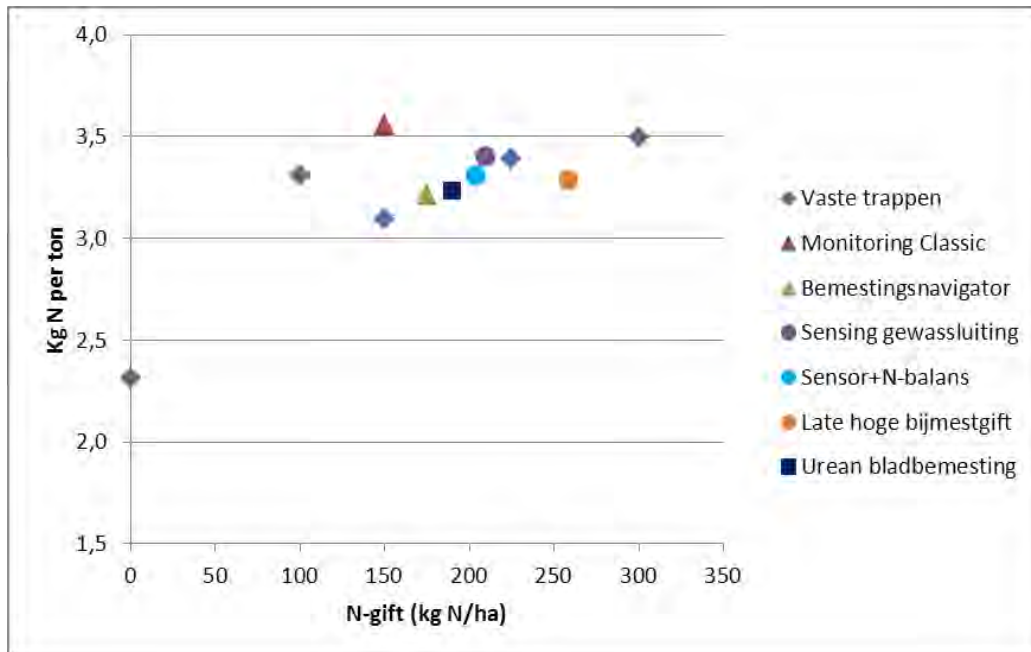
Object	N-gift (kg/ha)	ANR
Nulobject – 0N	0	-
Vaste trap – 100N	100	82% . . . d
Vaste trap – 150N	150	48% . b . .
Vaste trap – 225N	225	45% a b . .
Vaste trap – 300N	300	38% a . . .
Aardappelmonitoring Classic	150	64% . . c .
Bemestingsnavigators aardappel	175	49% . b . .
Bladbemesting urean	190	42% a b . .
NBS-sensing + N-balans	204	45% a b . .
NBS-sensing vanaf gewassluiting	209	51% . b . .
Late hoge bijmestgift	258	37% a . . .
<i>LSD 5%</i>		<i>10%</i>

In figuur 36 is de netto knolopbrengst uitgezet tegen de N-opname in de knollen. Omdat de opbrengst bleef doorstijgen bij toenemende N-opname, kan niet worden afgeleid bij welke N-opname de maximale opbrengst zou zijn behaald.



Figuur 36. **Netto knolopbrengst uitgezet tegen de N-opname in de knollen, Hulsberg 2013**
(Trendlijn = door de vaste trappen gefitte lineaire responscurve)

In figuur 37 is het N-gehalte in de knollen weergegeven op basis van de bruto opbrengst. Bij N-giften in het traject 100 – 300 kg N per ha varieerde het N-gehalte van 3,1 tot 3,6 kg per N ton, maar er was geen verband met de hoogte van de N-gift, de timing en deling van de gift of de toedieningswijze. Gemiddeld bedroeg het gehalte 3,3 kg N per ton. Dit is gelijk aan het gehalte waarvan vooraf is uitgegaan voor de berekening van de N-opname op basis van de streefopbrengst (zie paragraaf 2.1.1).



Figuur 37. N-gehalte in de knollen (kg N per ton vers product), Hulsberg 2013

7 Bespreking

Bijmestadviezen in de proeven op zand (Vredepeel)

2012

In 2012 is in de proef te Vredepeel in het voorjaar stikstofverlies opgetreden door de natte weersomstandigheden. Om een optimaal economisch resultaat te behalen, was een hoge stikstofgift nodig. De berekende economisch optimale N-gift lag ver boven de N-gebruiksnorm (van 260 kg N per ha). Omdat de N-gebruiksruimte op bedrijfsniveau kan worden ingevuld, kan er boven de N-gebruiksnorm worden bemest, mits er op een ander perceel of in een andere teelt van hetzelfde bedrijf onder de N-gebruiksnorm wordt bemest, zodanig dat de totale N-gebruiksruimte van het bedrijf niet wordt overschreden. Echter, omdat het N-verlies door de natheid in het voorjaar in de zuidoostelijke zandregio ook op andere (aardappel)percelen zal zijn opgetreden, is de kans klein dat er op andere percelen een stikstofbesparing mogelijk was en zou er geen of misschien een beperkte ruimte zijn geweest om de aardappelen meer stikstof te geven dan de N-gebruiksnorm.

Dat een hoge N-gift nodig was, werd het beste aangegeven door de systemen 'NBS-gewassensing + N-balans' en 'Bemestingsnavigator aardappel'. Deze beide systemen hielden rekening met de Nmin-voorraad in de bodem (de andere drie systemen niet).

'NBS-sensing vanaf gewassluiting' gaf een iets lager bijmestadvies. Ook is een week later bijbemest dan bij de overige NBS-objecten. Dit leek aanvankelijk te laat. De via sensing gemeten N-inhoud van het gewas bleef achter bij die van de overige NBS-objecten. Toch oogde de gewasontwikkeling even goed als bij de het object met een vergelijkbare N-gift die eerder was gestrooid (de vaste trap 245 N; zie tabel 4). Aan het eind van het groeiseizoen bleef het loof bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' wat langer groen dan bij de vaste trap 245N. Vermoedelijk ging de productie daardoor wat langer door en werd uiteindelijk een goede opbrengst verkregen in verhouding tot de hoogte van de N-gift. Het met een week uitstellen van de bijbemesting tot gewassluiting had dus geen nadelig effect op de opbrengst.

Het bijmestadvies van Aardappelmonitoring Classic en Aardappelmonitoring Online was aan de lage kant. Het nieuwe, ontwikkelde systeem Bemestingsnavigator aardappel was in deze proef een verbetering van Aardappelmonitoring.

Voor het bepalen van de bijmestgiftten bij de twee objecten met NBS-gewassensing is aanvankelijk uitgegaan van een streefopbrengst van 65-70 ton (bruto) per ha. In juni is deze op basis van een matige gewasontwikkeling iets naar beneden bijgesteld: 60-65 ton per ha. Deze opbrengst is ruimschoots gehaald. Echter, de opbrengst die behaald kon worden onder de groeiomstandigheden in deze proef lag hoger: 80 ton per ha bruto. Hierbij moet worden bedacht dat de gemeten opbrengsten op proefveldjes hoger liggen dan op praktijkpercelen (ca. 15% hoger voor proefboerderij Vredepeel. Voor de bepaling van de bijmestgiftten is uitgegaan van een goede, reële praktijkopbrengst (en niet van een goede proefveldopbrengst.) Voor het bepalen van de N-opname is gerekend met een forfaitair N-gehalte van 3,3 kg per ton vers. Dat gehalte is niet te laag genomen. Aldus is uitgegaan van een N-opname in de knollen van 206 kg N per ha en een maximum opname in het totale gewas van 245 kg N per ha.

Indien was uitgegaan van een opbrengst van 80 ton per ha met een N-opname in de knollen van 265 kg N per ha en een totale gewasopname van 315 kg N per ha, zou 'NBS-sensing + N-balans' na de 4^e meting (begin juli) nog een bijmestadvies van 85 kg N per ha hebben gegeven. Totaal zou dan 355 kg N per ha moeten zijn gegeven. Dat komt overeen met de berekende economisch optimale gift, maar die gift zou binnen de N-gebruiksnormen niet kunnen worden gestrooid.

Bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' zou zijn uitgegaan van een streefwaarde bij gewassluiting van 250 kg N per ha i.p.v. 200 en zou het bijmestadvies 50 kg N per ha hoger zijn geweest. Totaal was dan 285 kg N/ha gegeven.

2013

In het groeiseizoen van 2013 was stikstofverlies door uitspoeling niet van betekenis. Er kon stikstof worden bespaard ten opzichte van de N-richtlijn en de N-gebruiksnorm, hetgeen door alle N-bijmestsystemen correct is aangegeven. De verschillen in N-gift tussen de systemen waren klein en er waren geen significante opbrengstverschillen tussen de verschillende bijnestobjecten. De N-giften en opbrengsten zaten bij alle in het vlakke deel van de responscurve (zie figuur 23).

Op 2 juli was het loof van de objecten die nog niet waren bijnemest, wat lichter groen van kleur. Dit betrof 'Aardappelmonitoring', 'NBS-sensing + N-balans'. De uit gewassensing afgeleide N-inhoud van het gewas verschilde echter nog niet duidelijk tussen de bijnestobjecten. Kort daarna is bijnemest, ruim een week later dan bij 'Bemestingsnavigator aardappel' en 'NBS-sensing vanaf gewassluiting'. Het verschil in bijnestmoment had geen effect op de opbrengst. Ondanks een wat lichter loofkleur, was het een week latere bijnestmoment dus niet te laat.

De streefopbrengst van 70 ton per ha (bruto) werd bij alle NBS-objecten benaderd. Het betrof echter een proefveldopbrengst, die op proefboerderij Vredepeel ca. 15% hoger is dan praktijkperceelopbrengst. Er was onder de groeiomstandigheden in deze proef niet of nauwelijks een hogere opbrengst haalbaar. Voor het bepalen van de N-opname is gerekend met een forfaitair N-gehalte van 3,3 kg per ton vers. Dat gehalte is niet te laag genomen, in deze proef eerder iets te hoog. Aldus is uitgegaan van een N-opname in de knollen van 231 kg N per ha en een maximum opname in het totale gewas van 274 kg N per ha. Dit uitgangspunt zat dicht bij de in deze proef vastgestelde N-opname in de knollen van 240-245 kg N per ha waarbij de maximale netto knolopbrengst werd behaald (figuur 27).

Bijnestadviezen in de proeven op löss

2012

In de proef op löss in 2012 bleef de opbrengst doorstijgen bij verhoging van de N-gift tot >300 kg N per ha. Dit werd tijdens het groeiseizoen niet verwacht. De loofontwikkeling was goed en er waren in juni en juli geen zichtbare verschillen in gewasstand en kleur tussen de objecten met N-giften van 150 kg N per ha of hoger. De gewasreflectiemetingen wezen ook op een goede loofontwikkeling en N-opname. Tussen de objecten met N-giften van 150 kg N per ha of hoger verschilde de uit gewassensing afgeleide N-inhoud van het gewas niet of nauwelijks. Het gemeten loofgewicht t.b.v. aardappelmonitoring zat boven de normlijn. In juni werden hoge Nmin-voorraden in de bodemlaag 0-30 cm gevonden en ook in de eerste helft van juli bedroegen deze nog zo'n 50 kg N per ha.

Desondanks leek stikstof in deze proef toch een beperkende factor te zijn voor de knolproductie (zelfs nog bij een gift van 300 kg N per ha). Pas aan het einde van het groeiseizoen ontstonden er verschillen tussen de N-niveaus. Het loof bleef langer groen naarmate de N-gift hoger was. Daardoor zal de productie bij hogere N-gift wat langer zijn doorgedaan, wat heeft geresulteerd in een hogere opbrengst.

Bijna geen van de N-bijnestsystemen gaf aan dat 150 kg N per ha onvoldoende was om de maximale opbrengst te behalen. Enkel 'Bemestingsnavigator aardappel' gaf een klein bijnestadvies (20 kg N per ha), dat echter niet voldoende was om de maximale opbrengst te behalen. Het moment van bijnemesten (begin juli; een week later dan bij de vaste trappen) leek gunstig effect te hebben op de knolopbrengst en N-opname.

Voor de bepaling van de bijnestgiften bij de twee objecten met NBS-gewassensing is uitgegaan van een streefopbrengst van 60-65 ton per ha (bruto). Deze opbrengst is net gehaald bij een basisgift van 150 kg N per ha. Als men tevreden is met die streefopbrengst, dan hebben alle systemen in de proef te Hulsberg goed voldaan.

Om een streefopbrengst van 60 ton per ha bruto te behalen, is uitgegaan van een N-opname in de knollen van 198 kg N per ha (wat niet te laag was ingeschat) en een maximum opname in het totale gewas van 235 kg N per ha. Indien was uitgegaan van 70 ton per ha bruto met een N-opname in de knollen van 230 kg N per ha en een totale gewasopname van 275 kg N per ha, had 'NBS-sensing + N-balans' na de 1^e meting (19 juni) een bijnestadvies van 55-60 kg N per ha gegeven. Indien dat was gestrooid, zou er totaal 205-210 kg N per ha zijn gestrooid, wat nog steeds niet voldoende was om de maximum opbrengst te behalen.

Bij 'NBS-sensing vanaf gewassluiting' zou zijn uitgegaan van een streefwaarde bij gewassluiting van 220 kg N per ha i.p.v. 190 zou het er eind juni een bijmestadvies van 45 kg N per ha zijn gegeven. Als echter de volgende meting was afgewacht (begin juli), zou het bijmestadvies nul zijn geweest.

2013

Evenals in de proef van 2012 bleef de opbrengst in 2013 toenemen bij verhoging van de N-gift tot 300 kg N per ha. In juni en juli waren er wederom geen duidelijk zichtbare verschillen in loofontwikkeling en -kleur tussen de verschillende N-objecten. Enkel het nulobject tekende duidelijk. De meetuitslagen van de verschillende N-bijmestsystemen wezen evenmin op ernstig stikstoftekort.

Evenals in 2012 ontstonden er pas aan het einde van het groeiseizoen verschillen tussen de N-niveaus. Het loof was donkerder van kleur en bleef langer groen naarmate de N-gift hoger was. Daardoor zal de productie bij hogere N-gift wat langer zijn doorgegaan en heeft de opbrengsttoename bij hogere N-gift aan het einde van het groeiseizoen plaatsgevonden.

Enkel bij de bladbemesting met urean (in juli) en het object met de late, hoge bijmestgift was het loof in verhouding tot de hoogte van de totale N-gift relatief wat verder afgestorven. De late hoge N-gift hielp niet om het loof langer groen te houden ten opzichte van de mindere hoge N-gift (bij 'NBS-sensing + N-balans').

Hoewel de meeste systemen in de proef van 2013 een bijmestadvies gaven, waren deze adviezen suboptimaal. De NBS-sensing systemen adviseerden hogere bijmestgiften dan Aardappelmonitoring en Bemestingsnavigator aardappel (tabel 18), wat gezien de opbrengstreactie op stikstof terecht was. Het moment van bijbemesten had geen duidelijke effect op de knolopbrengst en N-opname.

De streefopbrengst van 60-65 ton per ha (bruto) is in de proef van 2013 bij geen enkel object gehaald (ook niet bij de hoogste vaste N-trap). Om de streefopbrengst te behalen, is uitgegaan van een N-opname in de knollen van 223 kg N per ha en een maximum opname in het totale gewas van 265 kg N per ha. Die N-opname in de knollen werd ook niet gehaald, behalve bij de hoogste vaste N-trap. Het forfaitair N-gehalte van 3,3 kg per ton vers, waarmee is gerekend voor het bepalen van de streef-N-opname, komt overeen met het gehalte in de knollen dat gemiddeld in deze proef werd gevonden.

Het effect van droogte op het functioneren van de N-bijmestsystemen kon in 2012 niet worden beoordeeld, omdat er geen sprake was droogte. De zomer van 2013 was wel droog. De NBS-sensing systemen adviseerden terechte, hogere bijmestgiften dan Aardappelmonitoring en Bemestingsnavigator. Aardappelmonitoring gaf het advies om niet bij te bemesten. Bemestingsnavigator gaf wel een bijmestadvies (25 kg N per ha), doordat in dit systeem de Nmin-voorraad werd meegenomen. Het is op basis van één proef te voorbarig om te oordelen dat NBS-gewassensing onder droge omstandigheden betere informatie geeft over de stikstofstatus van het gewas dan meting van het nitraatgehalte in het sap van de bladstelen en het loofgewicht. Dit moet meermalen worden vastgesteld voordat het met zekerheid vast staat. Ook is het daadwerkelijk gegeven advies sterk afhankelijk van de rasspecifieke kalibratielijnen.

N-bladbemesting met urean gaf een lagere opbrengst en slechtere stikstofbenutting dan bijbemesting met KAS. Onder droge groeiomstandigheden, zoals die in de proef te Hulsberg in 2013 optraden, wordt van bladbemesting met urean verwacht dat dit tot een hogere stikstofefficiency leidt dan bijbemesting met een korrelmeststof (Clevering, 2002), maar in deze proef bracht het geen verbetering. Wellicht is er te laat gestart met de bijbemesting met urean.

Stikstofbenutting

De in 2012 in de proef op zand gevonden ANR is, in vergelijking tot de afgeleide ANR in eerdere proeven op zand (zie deskstudie deel 1a van dit project) en gelet op het natte voorjaar (stikstofuitspoeling), relatief goed te noemen. Dit moet worden toegeschreven aan de basisbemesting met VDM. In het natte voorjaar zal er van de stikstof uit VDM minder zijn uitgespoeld dan van de stikstof uit KAS (getuige de hoge ANR bij VDM; vaste trap - 95N, tabel 7). Een deel van de stikstof in de VDM is organisch gebonden en komt geleidelijk vrij. Het minerale deel van de stikstof bestaat volledig uit ammonium-N (bij KAS is dat 50%), die minder gemakkelijk uitspoelt dan nitraat-N. Weliswaar wordt ammonium in de bodem omgezet in nitraat, maar bij de lage bodemtemperatuur in het vroege voorjaar (maart - begin mei) verloopt die omzetting langzaam en kan

het tot na half mei duren voordat alle ammonium is omgezet. Mogelijk is er daardoor wat minder stikstof uit de VDM verloren gegaan dan uit KAS. De werkelijke N-werking van de stikstof in de VDM is wellicht hoger geweest dan de forfaitaire waarde van 70% waarmee is gerekend.

Ook in de proef op zand van 2013 was de ANR goed voor aardappel en iets hoger dan in 2012. Wederom was bij het object met alleen de basisgift VDM (100N) de ANR hoog, wat erop duidt dat de N-werking van de stikstof in de VDM hoger zal zijn geweest dan de forfaitaire waarde van 70% waarmee is gerekend. Op basis van de vuistregels in de adviesbasis bemesting (van Dijk & van Geel, 2012) is de N-werking in beide jaren geschat op ruim 80%.

De ANR was bij de N-bijmestsystemen in verhouding tot de hoogte van de N-gift in beide jaren wat hoger dan bij de vaste N-trappen. In de proef van 2012 was dit een significant verschil maar in 2013 niet. Wel leverde de toepassing van een N-bijmeststelsel in 2013 een stikstofbesparing op. Ook dat is, naast verhoging van de opname-efficiëntie, een betere benutting van stikstof, namelijk voorkomen dat onnodig teveel stikstof wordt toegediend.

In de proeven op löss was de ANR op basis van N-opname in de knollen aan de lage kant in vergelijking tot de afgeleide ANR in andere proeven op klei en zand (zie deskstudie deel 1a van dit project). Bijbemesting resulteerde in een wat hogere ANR (significant). In de proef van 2013 was de ANR iets hoger dan in de proef van 2012. De N-bijmestssystemen hadden in die proef geen duidelijk effect op de ANR.

Omdat in drie van de vier proeven de ANR bij toepassing van NBS hoger was dan bij de vaste trappen, is aanvullend nog een regressieanalyse uitgevoerd over alle vier de proeven gezamenlijk. Hieruit bleek dat de toepassing van NBS gemiddeld over alle proeven tot een significante verhoging van de ANR leidde ten opzichte van de vaste trappen. In deze analyse is het object 'Aardappelmonitoring Classic' in de proef te Hulsberg in 2013 niet als NBS-systeem opgenomen maar als vaste trap, omdat hier niet is bijbemest maar enkel 150 kg N per ha aan de basis is gegeven. De objecten 'Late hoge bijmestgift' en 'bladbemesting met urea' zijn niet in de overall-analyse opgenomen.

Over alle vier de proeven samen is een gemiddelde ANR berekend van 0,54 bij de toepassing van NBS en van 0,50 bij de vaste trappen (bij gelijke N-giften als bij de N-bijmestsystemen). Voor alleen de twee proeven te Vredepeel is dit respectievelijk 0,61 en 0,55. Hierbij zijn alle proeven even zwaar gewogen, ongeacht het aantal bijmestobjecten per proef.

De toepassing van NBS gaf een berekende verhoging van de N-opname ten opzichte van de vaste trappen (bij gelijke N-giften) van 8 kg N per ha gemiddeld over de vier proeven en van 12 kg N per ha gemiddeld voor de twee proeven te Vredepeel. Relatief (ten opzichte van de totale N-opname in knollen) was dit een verhoging van 4% respectievelijk 6%.

De opbrengst te Vredepeel was in 2013 lager dan in 2012. De knolproductie per kg opgenomen stikstof in de knollen was in 2013 ook lager dan in 2012 (figuur 38). Dit duidt erop dat de productie in 2013 door andere groeifactoren is belemmerd dan stikstof, namelijk door het hete, droge weer. Het onderwatergewicht (OWG) was in de proef van 2013 ook lager dan in de proef van 2012 (figuur 39), wat duidt op een minder goede knolvulling. Bij hogere temperaturen (25-30 graden) gaat een groter deel van de assimilaten naar het loof en gaat er minder naar de knollen dan bij lagere temperaturen (15-20 graden) (Bus et al., 2004).

In de proeven op löss zou een hogere ANR c.q. N-opname tot een hogere opbrengst hebben geleid. Belemmering van de N-opname door het gewas door droogte lijkt in 2012 geen rol te hebben gespeeld. Weliswaar is er niet berekend, maar er viel gedurende de groeiperiode voldoende regen voor een goede gewasgroei. Ook uitspoeling heeft geen rol gespeeld.

In 2012 was de knolproductie per kg opgenomen stikstof in de knollen te Hulsberg lager was dan te Vredepeel (zie figuur 38). Dit duidt erop dat de productie te Hulsberg door andere groeifactoren is belemmerd dan alleen stikstof. Mogelijk heeft in de proef van 2012 het hoge chloride-gehalte in de bodem nadelig effect gehad. Teveel chloride remt de afvoer van assimilaten van het loof naar de knollen. Het verlaagt ook het onderwatergewicht (OWG). Het OWG was in de proef van 2012 te Hulsberg inderdaad lager dan te Vredepeel (figuur 39). Een ander effect van chloride-overmaat is vervroegde afsterving. De afsterving te Hulsberg begon inderdaad al vrij vroeg, maar dit kan ook zijn veroorzaakt (of versneld) door een zeer

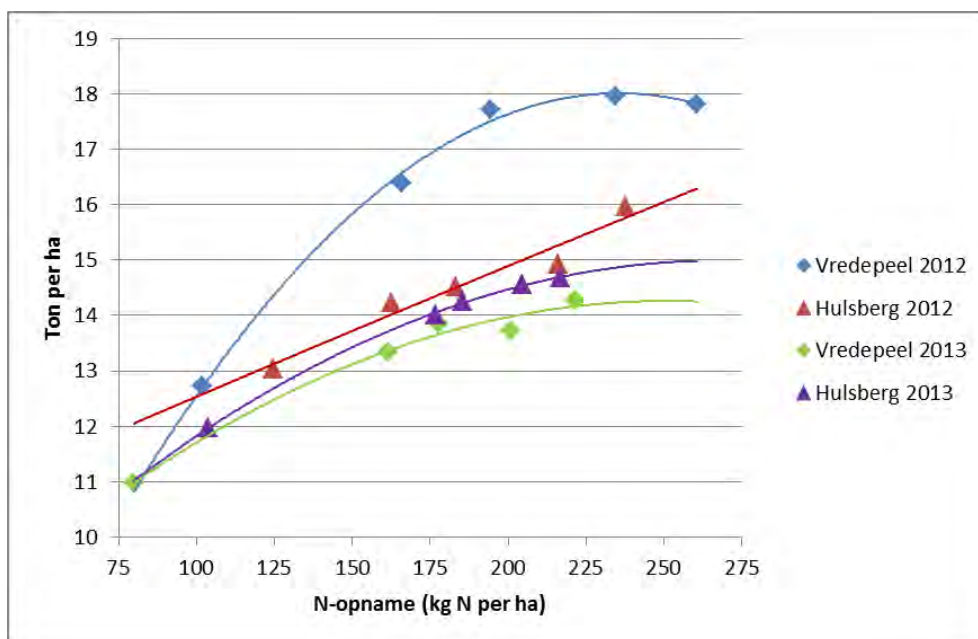
warme periode in het midden van augustus (zie bijlage 6).

In 2013 was de knolproductie per kg opgenomen stikstof in de knollen te Hulsberg nog iets lager dan in 2012. Het Cl-gehalte in de bodem alsook in de bladsteeltjes was in deze proef lager dan in die van 2012 en de invloed hiervan op het gewas is waarschijnlijk kleiner geweest dan in 2012.

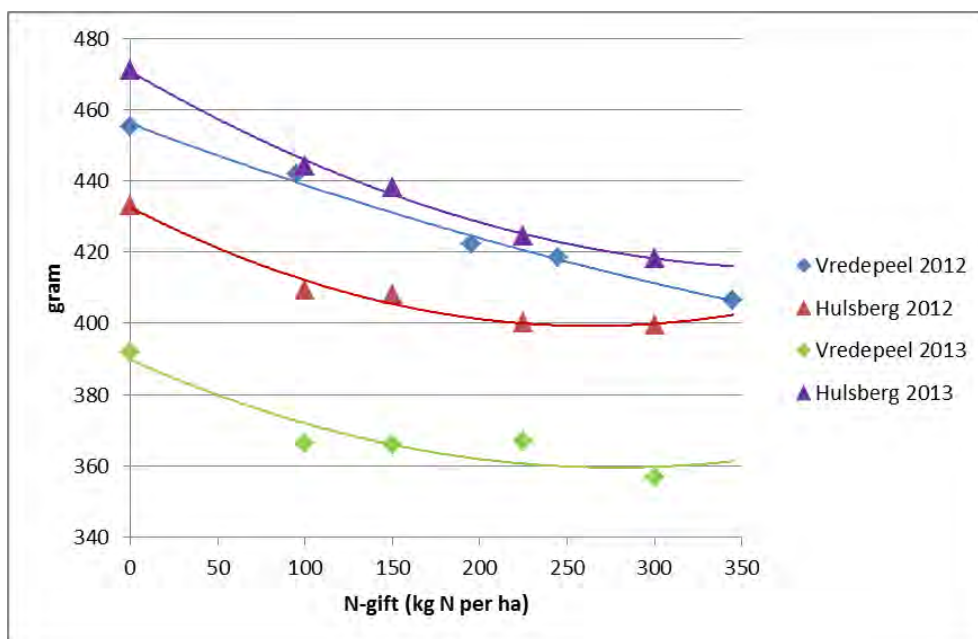
In 2013 is de productie te Hulsberg waarschijnlijk geremd door de droogte. Door droogte neemt ook het OWG toe. Het OWG te Hulsberg was in de proef van 2013 hoger dan in de proef van 2012.

Verder viel op dat de gemeten Nmin-voorraad in de bodem aan het begin van de zomer erg hoog was (250 kg N per ha), wat niet alleen is te verklaren uit de N-nawerking uit de ingewerkte groenbemester, maar ook wijst op een sterke bodemmineralisatie in het voorjaar. Daarna daalde Nmin-voorraad snel. De afname was groter dan de hoeveelheid stikstof die in diezelfde periode door het gewas werd opgenomen (gemeten met de gewassensor). Dit duidt erop dat er in de zomer stikstof werd vastgelegd in de bodem (door het bodemleven). Deze N-dynamiek in de bodem maakt het lastig om de stikstofbehoefte van het gewas goed te voorspellen.

Er lijkt in de proeven te Hulsberg sprake te zijn geweest van bijzondere groeiomstandigheden waar geen enkel N-adviessysteem voldoende op anticipeerde. In beide proeven zou naast de N-bijmestsystemen ook niet op basis van de N-bemestingsrichtlijn, noch op basis van visuele beoordeling van de gewasstand, zijn besloten om in de periode tussen half juni en half juli fors bij te bemesten. Het effect van de hoogte van de stikstofgift werd pas op het eind van het groeiseizoen zichtbaar, ruim na de meetperiode van de N-bijmestsystemen. Deze situatie werd door geen enkel N-adviessysteem voorzien.



Figuur 38. **Knoldroge-stofopbrengst bij de vaste N-trappen uitgezet tegen de N-opname in de knollen (Trendlijn = door de vaste trappen gefitte 2^e graads polynoom)**



Figuur 39. Onderwatergewicht bij de vaste N-trappen uitgezet tegen de N-gift

Omgekeerd N-venster

Het omgekeerde N-venster tekende in 2012 in de proef te Vredepeel half juni niet, ondanks een lage Nmin-voorraad in de bodem. Eind juni en begin juli tekende het wel. Het verschil in afgeleide N-opname was echter niet groot, op grond waarvan zou zijn besloten om een beperkte bijbemesting uit te voeren à 30 kg N per ha. Dat zou niet genoeg zijn geweest. Te Hulsberg tekende het omgekeerde N-venster half juni niet en eind juni en begin juli nauwelijks. Het venster gaf geen aanleiding tot bijbemesting.

In 2013 tekende het omgekeerde venster te Vredepeel pas na begin juli en zou op 8 juli tot een bijmestadvies van 65 kg N per ha hebben geleid. De hoogte van de gift zou goed zijn geweest, maar misschien wat aan de late kant. De andere N-bijmestssystemen gaven in de tweede helft van juni al een advies om bij te bemesten.

Ook te Hulsberg tekende het omgekeerde N-venster in 2013 pas na begin juli en zou op 8 juli zijn geadviseerd 30 kg N per ha bij te bemesten. Dat was niet later dan bij de meeste andere N-bijmestssystemen, maar wel een te lage gift.

In de proeven van 2012 heeft het omgekeerde N-venster als indicator voor bijbemesting niet goed gefunctioneerd. In 2013 functioneerde het beter, maar het tekende relatief laat ten opzichte van de momenten waarop de andere N-bijmestssystemen een N-tekort aangaven. De toepassing van een omgekeerd N-venster als indicator voor bijbemesting in aardappelen wordt daarom als niet perspectiefvol beoordeeld.

Perspectief nieuwe N-bijmestssystemen

In de proeven op zand gaven de NBS-systemen die rekening hielden met de gemeten Nmin-voorraad ('NBS-gewassensing + N-balans' en 'Bemestingsnavigator aardappel') in 2012 het beste bijmestadvies. In 2013 gaven alle systemen een goed bijmestadvies.

De beproefde, nieuwe bijmestssystemen 'NBS-gewassensing + N-balans' en 'Bemestingsnavigator aardappel' lijken voor de aardappelteelt op zand met dierlijke mest aan de basis perspectiefvol. 'Bemestingsnavigator aardappel' gaf een duidelijk beter resultaat dan Aardappelmonitoring Classic.

De proeven op löss maken duidelijk dat verdere optimalisatie van de N-bijmestssystemen nodig is, waarbij rekening moet worden gehouden met specifiek groeiomstandigheden als perceelskenmerken en N-beschikbaarheid in de bodem later in het seizoen. Wat hiervoor precies aan de adviesystemen moet worden toegevoegd, is een vraag voor vervolgonderzoek.

Een kritische succesfactor bij NBS-gewassensing is het goed kunnen schatten van de opbrengst en

N-opname door het gewas op basis van de gewasontwikkeling aan het begin van de zomer (juni- begin juli) dan wel van de streefwaarde voor de N-inhoud bij gewassluiting.

In 2013 fluctueerden de meetuitslagen van de N-sensor en daaruit berekende N-opname door het gewas sterk. Onnauwkeurigheid in de gemeten N-opname beïnvloedt het besluit om wel of niet bij te bemesten alsook de hoogte van de berekende bijmestgift. De oorzaak van de fluctuaties is niet precies duidelijk. Wel is bekend dat de “meethoek” van de sensor van grote invloed is op de reflectie-meting. In mindere mate kan de mate van bewolking van invloed zijn. Tot slot heeft bloei van het aardappelgewas mogelijk effect op de meetuitslag en resulteert dit in een lagere WDV en een daardoor lagere, berekende N-inhoud. Verbetering van de nauwkeurigheid van de meettechniek is derhalve nog een aandachtspunt in de verdere ontwikkeling van NBS-gewassensing. Fluctuaties in de meetuitslag zullen voorlopig moeten worden ondervangen door frequent (wekelijks) te meten. Als de sensor aan een de veldspuit is gekoppeld, is frequent meten in aardappel geen probleem. Dit kan parallel lopen met de ziektebestrijding. De verwerking van de meetresultaten moet echter worden geautomatiseerd. Hieraan wordt in 2015 verder gewerkt.

‘NBS-gewassensing + N-balans’ kan nog verder worden doorontwikkeld door verfijningen aan te brengen voor teeltdoel en ras en een nauwkeurigere voorspelling van de N-mineralisatie.

Het perspectief van ‘NBS-gewassensing meermalig’ (met N-streefopnamecurve, zonder Nmin-meting) is op basis van één proefjaar nog niet aan te geven. Daarvoor moet het systeem vaker en onder verschillende uiteenlopende groeiomstandigheden worden getest.

Voor implementatie in de praktijk van NBS-gewassensing zonder Nmin-meting kan op dit moment worden uitgegaan van ‘NBS-sensing bij gewassluiting’ met eenmalige bijmestgift waarbij de streef-N-opname bij gewassluiting afhankelijk wordt gesteld van de streefopbrengst. Bijbemesten bij gewassluiting was in alle vier de proeven niet te laat, zelfs niet in de proef op zand in 2012 waarbij vroeg in het groeiseizoen uitspoelingsverlies optrad.

Het bleek bij Aardappelmonitoring goed mogelijk te zijn om het loofgewicht te bepalen op basis van gewassensing in plaats van door wegen van het loof van vijf planten. Sensing gaf zowel in de proef te Vredepeel als te Hulsberg in 2012 een nagenoeg gelijk beeld van de loofontwikkeling en hetzelfde bijmestadvies.

Het nieuwe Bemestingsnavigator aardappel van Altic was een verbetering van Aardappelmonitoring Classic.

Literatuur

- Bus, K., P. Struik & A. Veerman (2004). Sturen van de sortering van aardappelen. Kennisakker (www.kennisakker.nl).
- Clevering, O. A. (2002). Toepassingsmogelijkheden van vloeibare NPK-meststoffen in de akkerbouw. Projectrapport nr. 1125246. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 52 p.
- Dijk, W. van & W. van Geel (2012). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 102 p. + bijlagen. Alleen elektronisch beschikbaar op de web site Kennisakker (www.kennisakker.nl)
- Evert, F.K. van, R. Booij, J.N. Jukema, H.F.M. ten Berge, D. Uenk, E.J.J. Meurs, W.C.A. van Geel, K.H. Wijnholds & H. Slabbekoorn (2012). Using crop reflectance to determine sidedress N rate in potato saves N and maintains yield. *European Journal of Agronomy* 43:58-67. DOI: 10.1016/j.eja.2012.05.005.
- Geel, W. van, B. Kroonen-Backbier, D. van der Schans & J.T. Malda (2011). Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond. Deel 1a: Deskstudie. PPO nr. 439. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 88 pp.
- Geel, W. van, B. Kroonen-Backbier, D. van der Schans & J.T. Malda (2012). Nieuwe bijmestsystemen en -strategieën voor aardappel op zand- en lössgrond. Deel 1a: ontwerp van systemen en plan van aanpak veldonderzoek. PPO nr. 459. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 25 pp.
- KWIN-AGV 2012. Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt. PPO Publicatie 486. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 204 pp.
- Janssen, B.H. (1996). Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. *Plant and Soil* 181, p. 39-45.
- Neeteson, J.J., D.J. Greenwood & A. Draycott (1987). A dynamic model to predict yield and optimum nitrogen fertilizer applications rate for potatoes. *Proceedings 262 of the Fertiliser Society, London*, 31 pp.
- Steltenpool, J.A.N. en P.J. van Erp (1995). Schatting van de actuele N-opname door aardappelen. *Meststoffen* 1995, p. 45-50.
- Uenk, D., C. Grashoff & W.C.A. van Geel (2005). Stikstofbijbemesting op aardappelen op basis van omgekeerde N-vensters in combinatie met CropScan. Nota 336. Plant Research International, Wageningen, 22 p + bijlagen.
- Veerman, A. (2003). Teelt van consumptieaardappelen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 88 pp.

Bijlage 1.

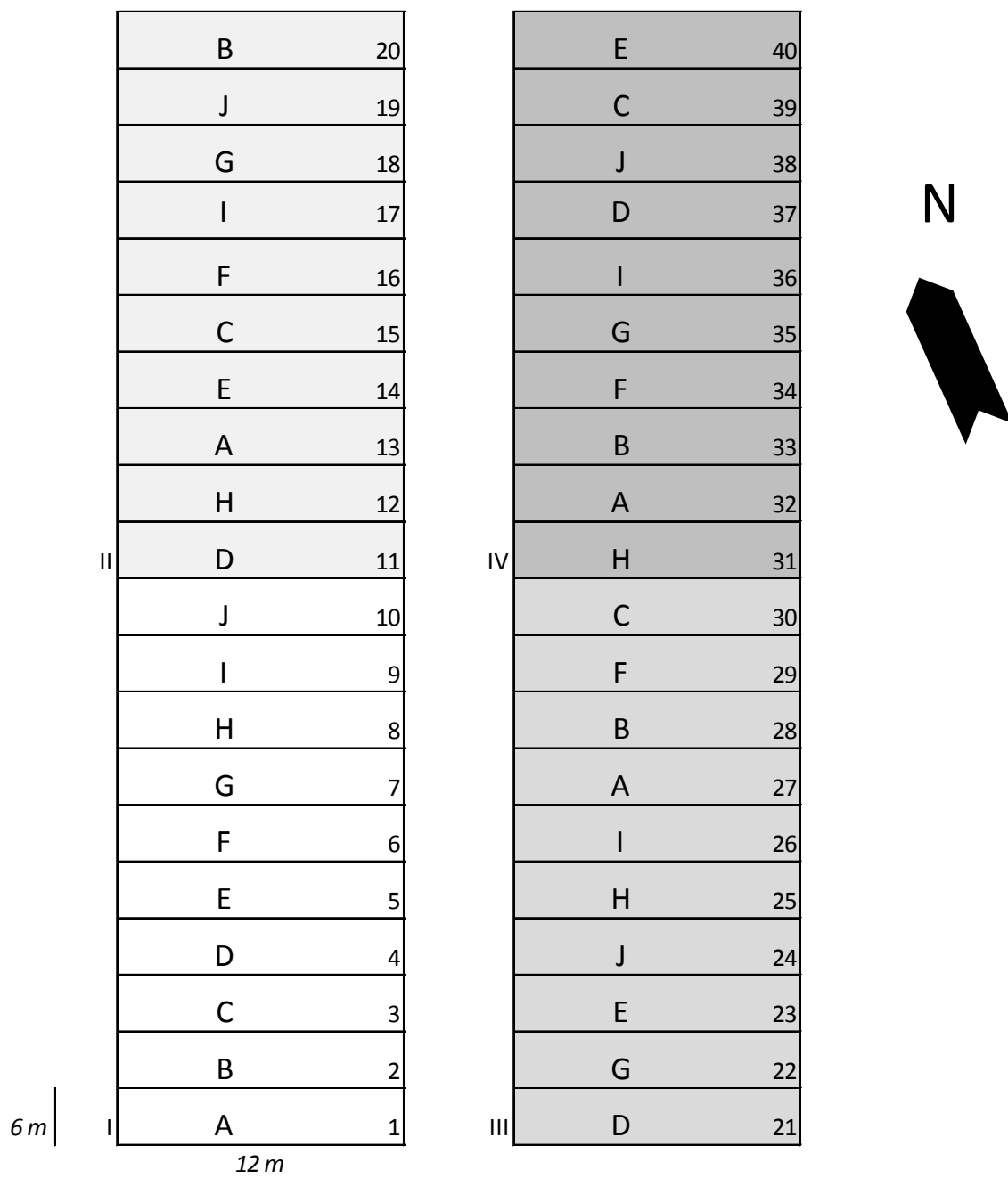
Proefobjecten en proefveldschema Vredepeel 2012

Object code	Basisgift	Bijbemesting					Totaal stikstofgift werkzaam (kg N/ha)
	organische mest m3 VDM /ha	KAS kg N/ha	1 ^e gift bij begin knolzetting KAS kg N/ha	2 ^e gift eind juni KAS kg N/ha			
Vaste N-trappen							
A		0					0
B	30 m ³ (95 kg N wz)	0					100
C	30 m ³ (95 kg N wz)	50					150
D	30 m ³ (95 kg N wz)	50	75				225
E	30 m ³ (95 kg N wz)	100	75	25			300
N-bijmestsystemen							
		Bijbemesting met KAS					
F	30 m ³ (95 kg N wz)	50	S1. Aardappelmonitoring Classic Bladsteeltjes plus loofmassa 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
G	30 m ³ (95 kg N wz)	50	S2. Bemestingsnavigator aardappel Bladsteeltjes, loofmassa plus Nmin bodem, 2 x				
H	30 m ³ (95 kg N wz)	50	S3. NBS-gewassensing vanaf gewassluiting Yara N-sensor Vanaf gewassluiting regelmatig meten				
I	30 m ³ (95 kg N wz)	50	S6. NBS-gewassensing + N-balans Yara N-sensor; T-som, opbrengst en Nmin-meting 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
J	30 m ³ (95 kg N wz)	50	S7. Aardappelmonitoring Online met gewassensor Yara N-sensor en bladsteeltjes 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				

Opmerking(en) bemesting:

- Organische mest: VDM 4,5 N, 1,5 P₂O₅ en 4,2 K₂O per ton;
30 ton per ha = 135 kg N (95 kg N werkzaam totaal); 45 kg P₂O₅ en 126 kg K₂O op 3 april via bouwlandinjectie
- Basisbemesting perceel: 150 kg K₂O (K60) en 10 kg Borax op 13 februari
aanvulling in object A: 45 kg P₂O₅ (tripelsuper) en 250 - 150 = 100 kg K₂O per ha (K60)
- Basisbemesting organische mest voor hoofdgrondbewerking; basisbemesting kunstmest voor aanaarden
- Overbemesting rond knolzetting: 50 kg K₂O, 70 kg SO₃ en 17 kg MgO per ha (patentkali) op 28 juni

Proefveldschema Vredepeel 2012



Bijlage 2.

Proefobjecten en proefveldschema Vredepeel 2013

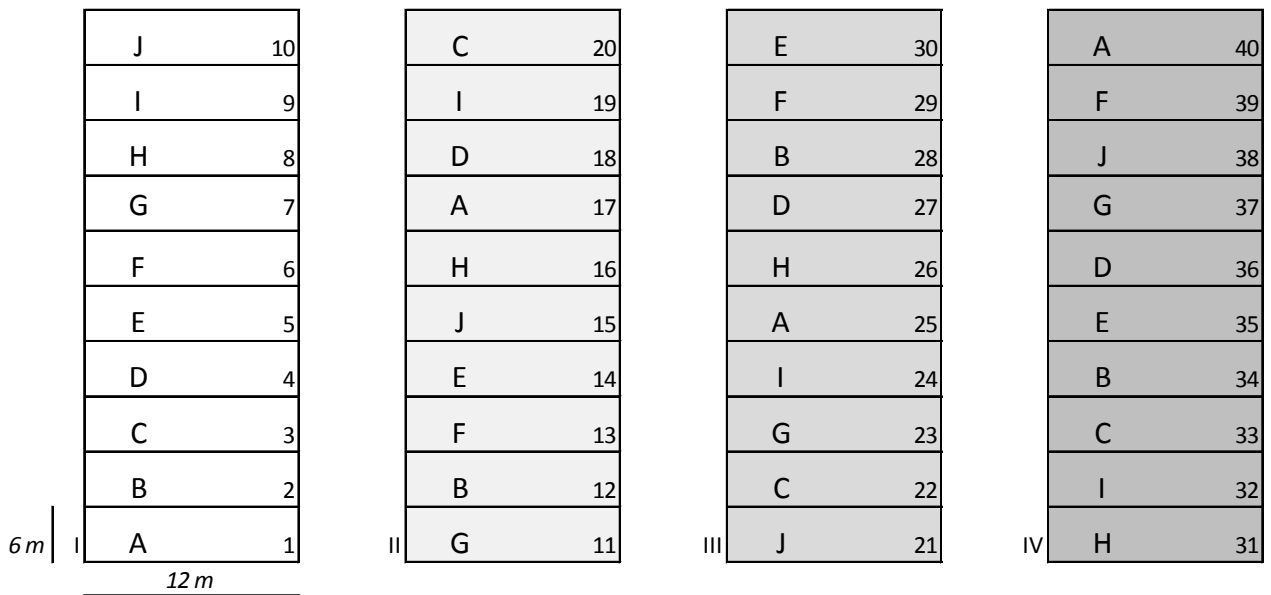
Object code		Basisgift		Bijbemesting			Totaal stikstofgift werkzaam (kg N /ha)
		organische mest m3 MDM /ha	KAS kg N/ha	1° gift bij begin knolzetting KAS kg N/ha	2° gift eind juni KAS kg N/ha		
Vaste N-trappen							
A			0				0
B	30 m³ (100 kg N wz)		0				100
C	30 m³ (100 kg N wz)		50				150
D	30 m³ (100 kg N wz)		50	75			225
E	30 m³ (100 kg N wz)		100	75	25		300
N-bijmestsystemen				Bijbemesting met KAS			
F	30 m³ (100 kg N wz)		50	S1. Aardappelmonitoring Bladsteeltjes plus loofmassa 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst			
G	30 m³ (100 kg N wz)		50	S2. Bemestingsnavigator aardappel Bladsteeltjes, loofmassa plus Nmin bodem, 2 x			
H	30 m³ (100 kg N wz)		50	S3. NBS gewassensing Yara N-sensor (systeem Booi) Vanaf gewassluiting 1 keer meten			
I	30 m³ (100 kg N wz)		50	S6. NBS gewassensing + weer + bodem Yara N-sensor; T-som, opbrengst en Nmin-meting 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst			
J	30 m³ (100 kg N wz)		50	S7. NBS gewassensing Yara N-sensor (systeem Booi) Meerdere keren meten 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst			

Opmerking(en):

- Organische mest: MDM 4,78 N, 1,44 P₂O₅ en 4,7 kg K₂O per ton;
30 ton per ha = 143 kg N (100 kg N werkzaam totaal); 43 kg P₂O₅ en 141 kg K₂O.
- Basisbemesting perceel: 150 kg K₂O (K60).
aanvulling in object A: 45 kg P₂O₅ (tripelsuper) 140 K₂O per ha (K60).
- Later bijbemesting hele proefveld met 30 kg K₂O via patentkali na knolzetting.
- Basisbemesting organische mest voor hoofdgrondbewerking; basisbemesting kunstmest voor aanaarden

Proefveldschema Vredepeel 2013

N



Bijlage 3.

Proefobjecten en proefveldschema Hulsberg 2012

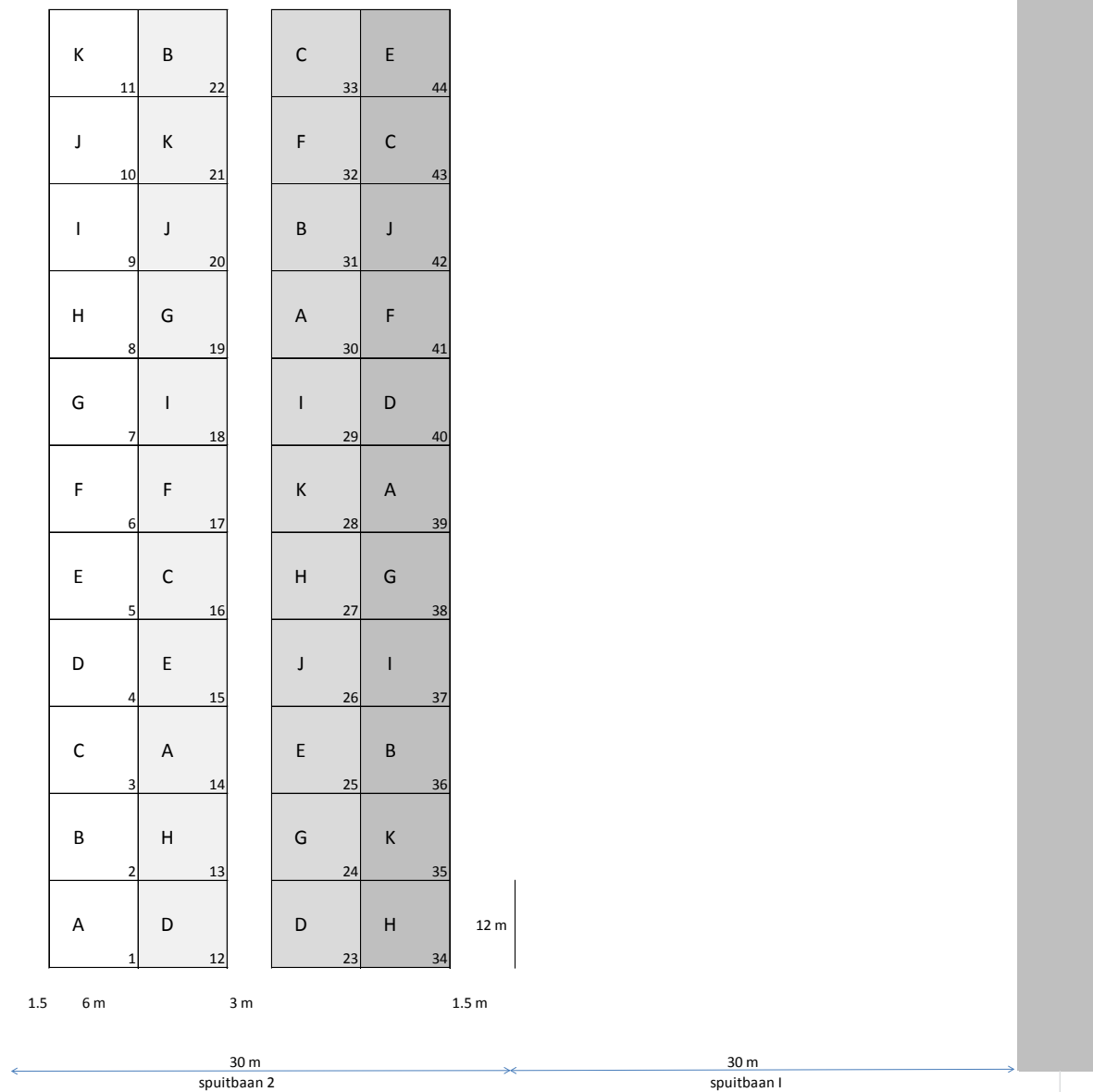
Object code	Basisgift		Bijbemesting				Totaal stikstofgift (kg N /ha)
	organische mest geen	KAS kg N/ha	1 ^e gift bij begin knolzetting KAS kg N/ha	2 ^e gift eind juni KAS kg N/ha			
Vaste N-trappen							
A	0	0					0
B	0	100					100
C	0	150					150
D	0	150	75				225
E	0	200	75	25			300
N-bijmestsystemen							
			Bijbemesting met KAS				
F	0	150	S1. Aardappelmonitoring Classic Bladsteeltjes plus loofmassa 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
G	0	150	S2. Bemestingsnavigators aardappel Bladsteeltjes, loofmassa plus Nmin bodem 2 keer				
H	0	150	S3. NBS-gewassensing vanaf gewassluiting Yara N-sensor Vanaf gewassluiting regelmatig meten				
I	0	150	S6. NBS-gewassensing + N-balans Yara N-sensor; T-som, opbrengst en Nmin-meting 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
J	0	150	S7. Aardappelmonitoring Online met gewassensor Yara N-sensor en bladsteeltjes 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
K	0	150	Extra object, nader in te vullen tijdens het groeiseizoen, afhankelijk van groeiverloop en weersomstandigheden				

Opmerking(en):

- Gekozen is om in de proef geen organische mest toe te passen vanwege uitvoerbaarheid. Bovendien zal de zeer geslaagde groenbemester al veel nalevering opleveren tijdens de teelt.
- In de proef is wel gecompenseerd voor fosfaat en kali, die in de praktijk met dierlijke mest wordt gegeven – afhankelijk van de Pw en K-getal.
Pw getal is 59 – geen fosfaatbemesting; K-bemesting: 150 kg K₂O per ha via kunstmest hele perceel. Op praktijkdeel komt 25 ton VDM (7 kg K₂O per ton) = 175 kg K₂O. In proefveld dus extra K₂O strooien
- In proefveld gestrooid: 300 kg K₂O als Kali 60 begin april
- Basisbemesting kunstmest voor poten. Poten en aanaarden gebeurt in 1 werkgang.

Proefveldschema Hulsberg 2012

mast



Bijlage 4.

Proefobjecten en proefveldschema Hulsberg 2013

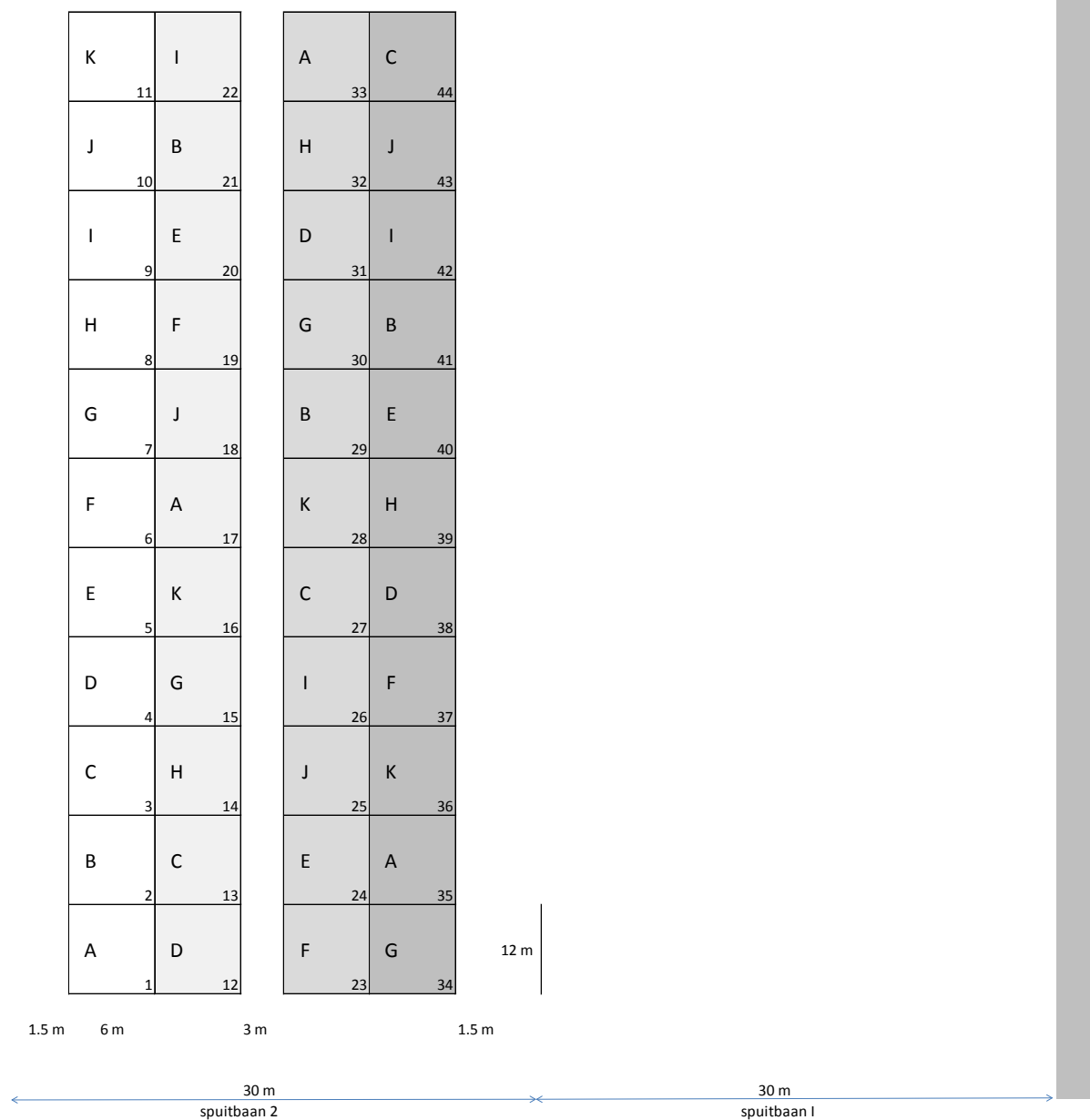
Object code	Basisgift		Bijbemesting				Totaal stikstofgift (kg N /ha)
	organische mest geen	KAS kg N/ha	1° GIFT bij begin knolzetting KAS kg N/ha	2° GIFT eind juni KAS kg N/ha			
Vaste N-trappen							
A	0	0					0
B	0	100					100
C	0	150					150
D	0	150	75				225
E	0	200	75	25			300
N-bijmestsystemen							
			Bijbemesting met KAS				
F	0	150	S1. Aardappelmonitoring Bladsteeltjes plus loofmassa 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
G	0	150	S2. Bemestingsnavigators aardappel Bladsteeltjes, loofmassa plus Nmin bodem 2 keer				
H	0	150	S3. NBS gewassensing Yara N-sensor (systeem Booi) Vanaf gewassluiting 1 keer meten				
I	0	150	S6. NBS gewassensing + weer + bodem Yara N-sensor; T-som, opbrengst en Nmin-meting 4-5 keer vanaf 3 wkn na opkomst				
J	0	150	S7. NBS gewassensing Yara N-sensor (systeem Booi) Meerdere keren meten 4-5 keer vanaf 3 weken na opkomst				
K	0	150	Extra object, nader in te vullen tijdens het groeiseizoen, afhankelijk van groeiverloop en weersomstandigheden				

Opmerking(en):

- Gekozen wordt om in de proef geen organische mest toe te passen vanwege uitvoerbaarheid. Bovendien zal de groenbemester al veel nalevering opleveren tijdens de teelt.
- In de proef wordt wel gecompenseerd voor fosfaat en kali, die in de praktijk met dierlijke mest wordt gegeven – afhankelijk van de Pw en K-getal. Pw getal is 59 – geen fosfaatbemesting; K-bemesting: 180 kg K₂O per ha via kunstmest (K60) hele perceel; Op praktijkdeel komt 23 ton VDM (6 kg K₂O per ton) = 140 kg K₂O. In proefveld dus nog 140 kg K₂O bijstrooien.
- Basisbemesting kunstmest voor poten. Poten en aanaarden gebeurt in 1 werkgang.

Proefveldschema Hulsberg 2013

Proefveldschema Nieuwe bijmestsystemen aardappel op loss 2013



Bijlage 5. Bodemvruchtbaarheid van de proefpercelen

Analyseuitslag bodemvruchtbaarheid (door Blgg) proefperceel Vredepeel 2012 (12 april 2012, 0-30 cm)

Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Stikstof-totaal	mg N/kg	1420							
C/N-ratio		20	16	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	49	54	93 - 147					
Zwavel-totaal	mg S/kg	240							
C/S-ratio		118		50 - 75					
S-leverend vermogen	kg S/ha	5	11	20 - 30					
P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	2,2	6,4	1,3 - 2,6					
P-voorraad (P-AI)	mg P ₂ O ₅ /100 g	54	72	30 - 46					
P-nalevering		25		17 - 27					
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	48							
K-beschikbaar (K-PAE)	mg K/kg	70		70 - 110					
K-getal		15	18						
K-voorraad	mmol+/kg	2,1		1,0 - 1,9					
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	204		100 - 150					
Ca-totale bodemvoorraad	kg Ca/ha	4075		2845 - 4270					
Mg-beschikbaar	mg Mg/kg	148	76	49 - 82					
Na-beschikbaar	mg Na/kg	< 6	7	49 - 77					
Zuurgraad (pH)		5,4	5,3	5,6 - 6,1					
Organische stof	%	4,9	3,0						
Lutum	%	< 1							
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	70	74	> 53					
CEC-bezetting	%	94	69	> 95					
Bodemleven	mg N/kg	38		60 - 80					

Analyseuitslag bodemvruchtbaarheid (door Blgg) proefperceel Vredepeel 2013 (26 nov 2012, 0-30 cm)

Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Stikstof-totaal	mg N/kg	1050							
C/N-ratio		18	16	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	38	54	93 - 147					
Zwavel-totaal	mg S/kg	250							
C/S-ratio		74		50 - 75					
S-leverend vermogen	kg S/ha	12	11	20 - 30					
P-beschikbaar	mg P/kg	4,4	6,4	1,3 - 2,6					
P-bodemvoorraad (P-AI)	mg P ₂ O ₅ /100 g	62	72	30 - 46					
P-buffering		14		17 - 27					
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	61							
K-beschikbaar	mg K/kg	69		70 - 110					
K-getal		17	18						
K-bodemvoorraad	mmol+/kg	1,6		1,9 - 2,9					
Mg-beschikbaar	mg Mg/kg	109	76	49 - 82					
Na-beschikbaar	mg Na/kg	10	7	49 - 77					
Zuurgraad (pH)		5,6	5,3	5,6 - 6,1					
Organische stof	%	3,2	3,0						
Klei	%	1							
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	56	74	> 42					

Analyseuitslag bodemvruchtbaarheid (door Blgg) proefperceel Hulsberg 2012 (4 maart 2011, 0-25 cm)

Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Stikstof-totaal	mg N/kg	880	11	13 - 17					
C/N-ratio		12	82	93 - 147					
N-leverend vermogen	kg N/ha	44							
P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	2,2	3,5	1,1 - 2,1					
P-voorraad (P-AL)	mg P ₂ O ₅ /100 g	49	40	20 - 31					
P-nalevering		22		17 - 27					
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	59							
K-beschikbaar (K-PAE)	mg K/kg	62	92	64 - 85					
Zwavel-totaal	mg S/kg	160							
S-leverend vermogen	kg S/ha	7	18						
S-aanvoer (incl. SLV)	kg S/ha	23	34	20 - 30					
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	< 10		850 - 1280					
Ca-voorraad	kg Ca/ha	6283		4886 - 7328					
Magnesium	mg Mg/kg	82	120	49 - 82					
Natrium	mg Na/kg	21	16	37 - 60					
Zuurgraad (pH)		6,6	6,4	6,6 - 7,6					
C-organisch	%	1,1							
Organische stof	%	2,1	3,2	3,1 - 6,0					
Lutum	%	14	14						
Afslibbaar (berekend)	%	24 - 33							
C-anorganisch	%	0,06							
Koolzure kalk	% CaCO ₃	0,4							
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	121	147						
Bodemleven	mg N/kg	26		60 - 80					

* Dit zijn regiogemiddelden. Meer informatie staat bij onderdeel Gemiddelde.

Analyseuitslag bodemvruchtbaarheid (door Blgg) proefperceel Hulsberg 2013 (9 maart 2012, 0-25 cm)

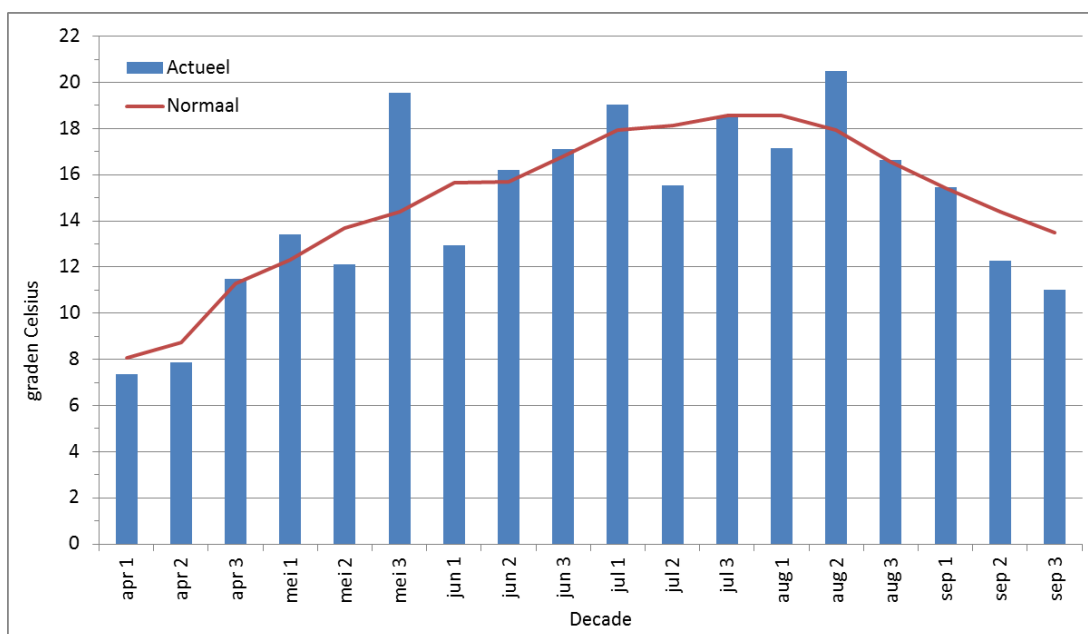
Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Stikstof-totaal	mg N/kg	1240							
C/N-ratio		9	11	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	75	82	93 - 147					
Zwavel-totaal	mg S/kg	280		50 - 75					
C/S-ratio		42							
S-leverend vermogen	kg S/ha	17	18	20 - 30					
P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	2,1	3,5	1,1 - 2,1					
P-voorraad (P-Al)	mg P ₂ O ₅ /100 g	49	40	20 - 31					
P-nalevering		23		17 - 27					
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	59							
K-beschikbaar (K-PAE)	mg K/kg	69	92	70 - 110					
K-voorraad	mmol+/kg	6,1		3,2 - 4,8					
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	< 30		850 - 1280					
Ca-totale bodemvoorraad	kg Ca/ha	5819		4563 - 6844					
Mg-beschikbaar	mg Mg/kg	81	120	49 - 82					
Na-beschikbaar	mg Na/kg	22	16	37 - 60					
Mn-beschikbaar	µg Mn/kg	< 250		1000 - 1300					
Cu-beschikbaar	µg Cu/kg	24		39 - 104					
B-beschikbaar	µg B/kg	190		77 - 123					
Zn-beschikbaar	µg Zn/kg	130		35 - 45					
Zn-getal		36							
Zuurgraad (pH)		6,7	6,4	6,6 - 7,6					
C-organisch	%	1,2							
Organische stof	%	2,3	3,2						
Lutum	%	14	14						
Afslibbaar (berekend)	%	24 - 33							
C-anorganisch	%	0,09							
Koolzure kalk	% CaCO ₃	0,2							
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	113	147	> 96					
CEC-bezetting	%	100	80	> 95					
Bodemleven	mg N/kg	20		60 - 80					

* Dit zijn regiogemiddelden. Meer informatie staat bij onderdeel Gemiddelde.

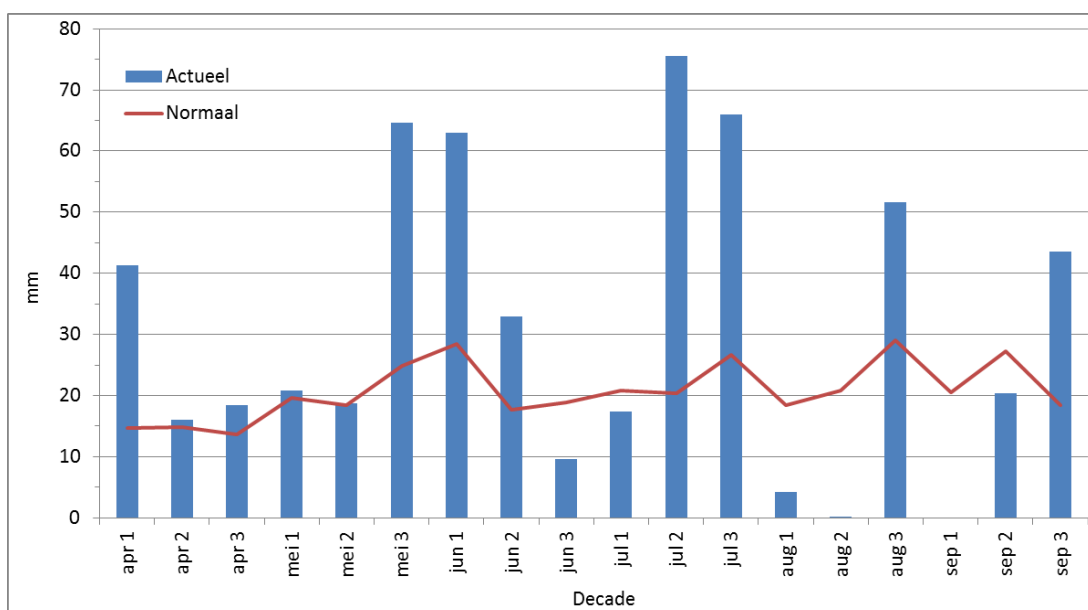
Bijlage 6. Weersgegevens Vredepeel en Hulsberg

In de onderstaande figuren zijn de gemiddelde dagtemperatuur en neerslagsom te Vredepeel en Hulsberg per decade weergegeven. Decade 1 = dag 1 t/m 10, decade 2 = dag 11 t/m 20 en decade 3 = dag 21 t/m 30 of 31.

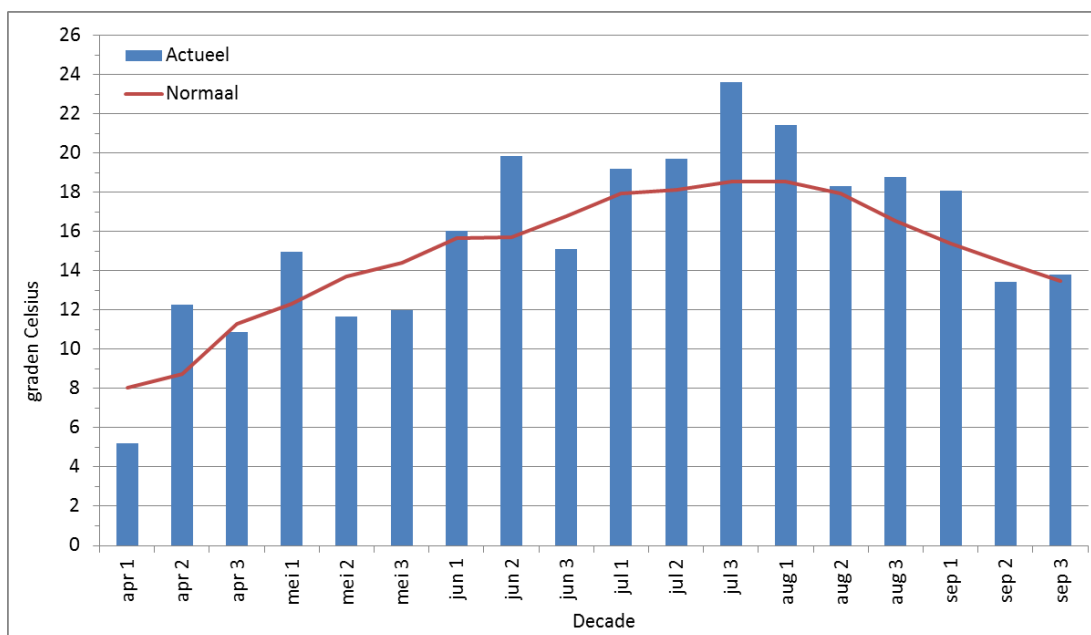
In de figuren is tevens de normale temperatuur en normale hoeveelheid neerslag weergegeven. Dit betreft het gemiddelde van de jaren 1981-2010 (de normaalperiode). De normalen zijn genomen van de dichtst-bijzijnde meetpunten van het KNMI. Voor Vredepeel betrof dit de neerslag te Ysselsteyn en de gemiddelde temperatuur van Volkel en Arcen. Voor Hulsberg betrof dit de temperatuur te Beek en de gemiddelde neerslag van Beek en Valkenburg.



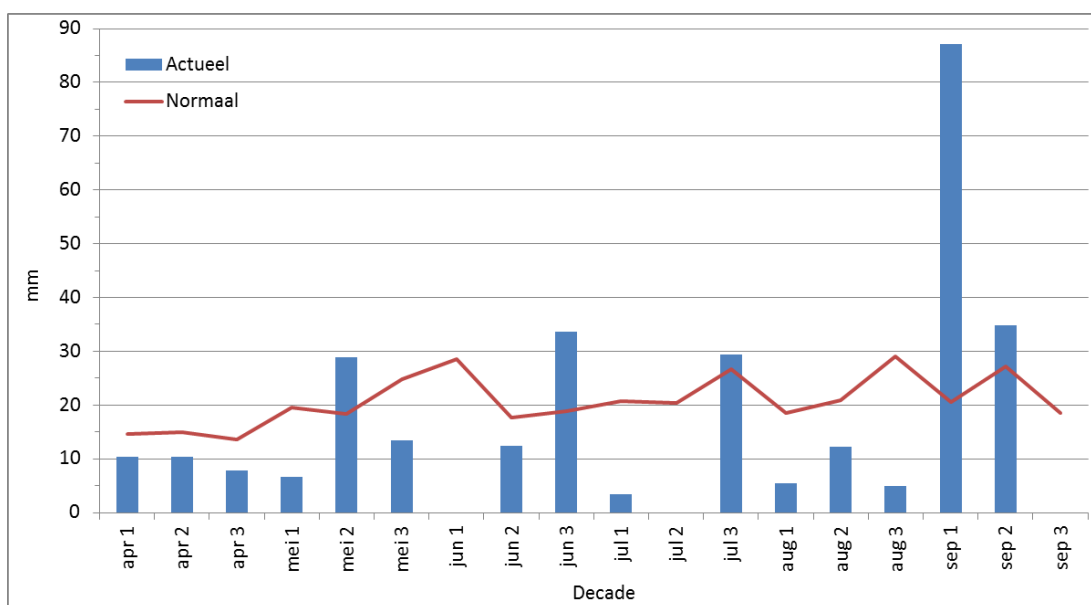
Figuur 4-1. Gemiddelde dagtemperatuur per decade te Vredepeel (april t/m september 2012)



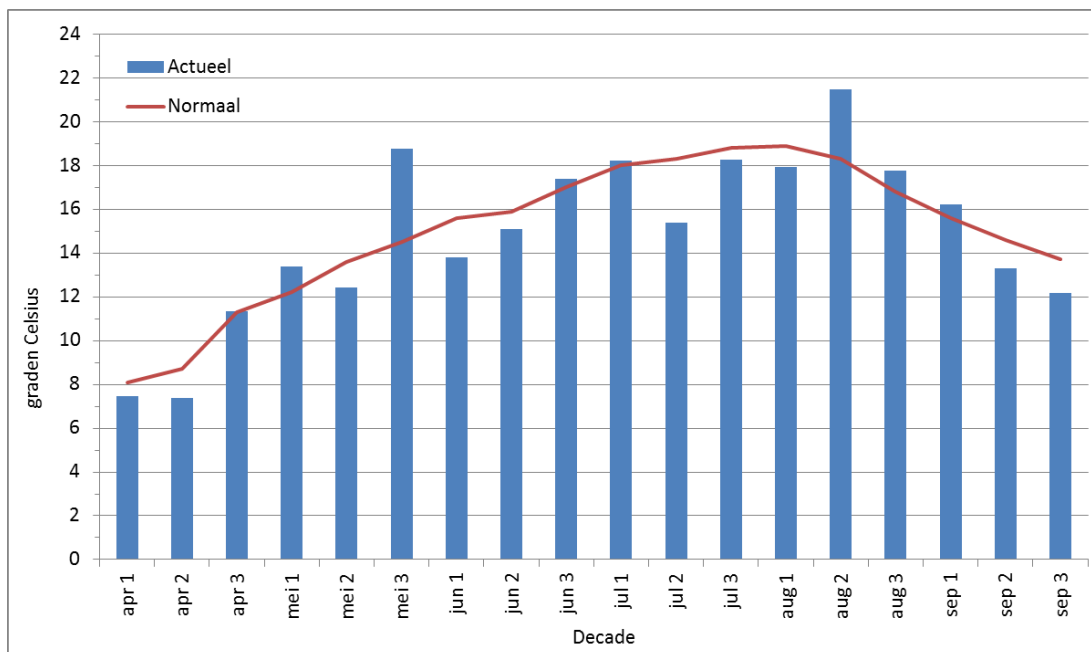
Figuur 4-2. Neerslag per decade te Vredepeel (april t/m september 2012)



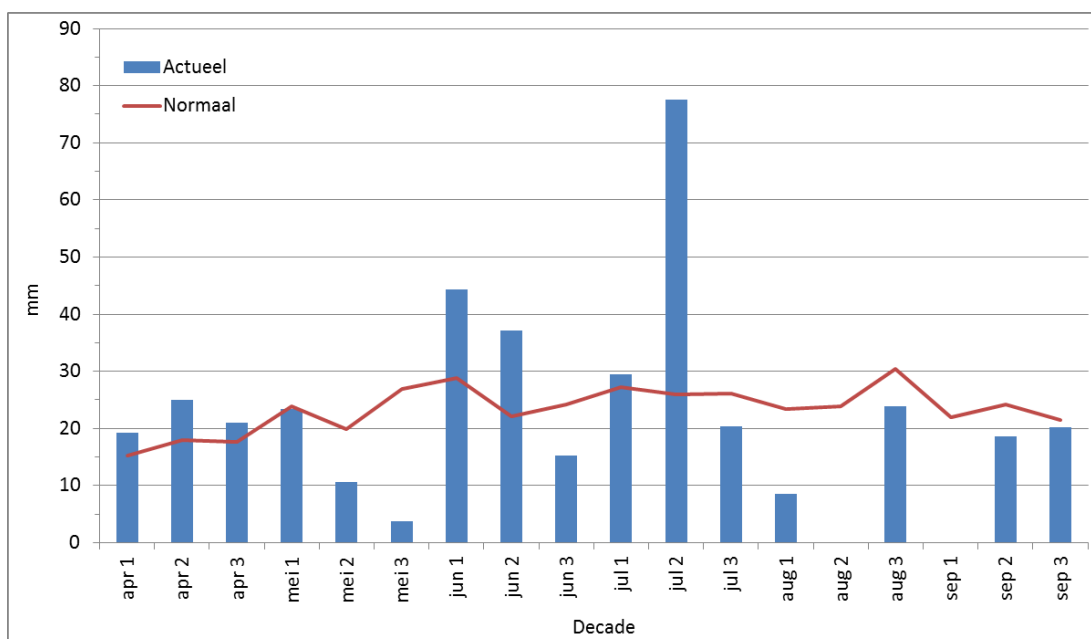
Figuur 4-3. Gemiddelde dagtemperatuur per decade te Vredepeel (april t/m september 2013)



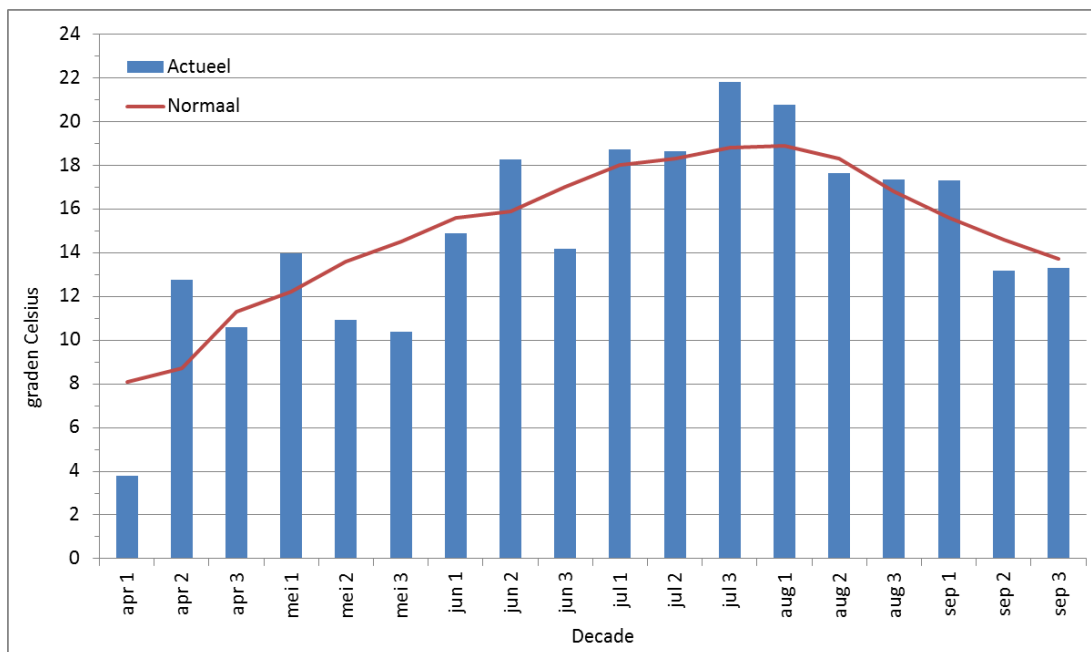
Figuur 4-4. Neerslag per decade te Vredepeel (april t/m september 2013)



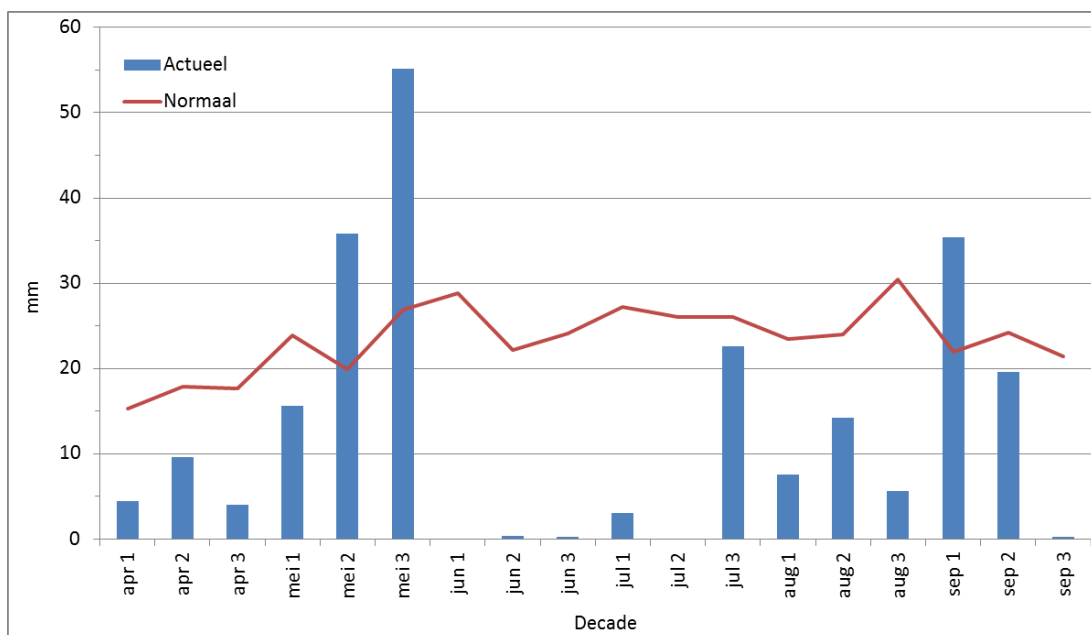
Figuur 4-5. Gemiddelde dagtemperatuur per decade te Hulsberg (april t/m september 2012)



Figuur 4-6. Neerslag per decade te Hulsberg (april t/m september 2012)



Figuur 4-7. Gemiddelde dagtemperatuur per decade te Hulsberg (april t/m september 2013)



Figuur 4-8. Neerslag per decade te Hulsberg (april t/m september 2013)

Bijlage 7. Berekende N-giften NBS-gewassensing

Vredepeel 2012

Totale N-opname gewas bij streefopbrengst: 245 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1).

NBS-gewassensing + N-balans

	13 juni	21 juni	28 juni	6 juli
Gemeten N-opname:	67	117	145	200
Nog op te nemen:	105	-	100	45
	t/m begin juli		tot einde teelt	tot einde teelt
+ Buffer:	60	-	50	45
- Nmin:	14	-	38	43
- N-mineralisatie uit VDM-gift:	3	-	5	3
- N-mineralisatie bodem:	21	-	34	30
= N-bijmestgift:	127	-	73	14

Na de meting van 21 juni is geen bijmestgift berekend.

NBS-gewassensing vanaf gewassluiting (eenmalige bijmestgift)

Gemeten N-opname op 21 juni: 111 kg N per ha
Streefwaarde: 200 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1)
Bijmestadvies: 89 kg N per ha

Hulsberg 2012

Totale N-opname gewas bij streefopbrengst: 235 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1).

NBS-gewassensing + N-balans

	19 juni	27 juni	4 juli
Gemeten N-opname:	107	182	239
Nog op te nemen tot einde teelt:	85	53	0
+ Buffer:	80	75	-
- Nmin:	134	82	-
- N-mineralisatie uit gele mosterd:	15	12	-
- N-mineralisatie bodem:	42	45	-
= N-bijmestgift:	-26	-11	-

NBS-gewassensing vanaf gewassluiting (eenmalige bijmestgift)

	27 juni	4 juli
Gemeten N-opname:	175	226
Streefwaarde:	190	190
Bijmestadvies:	15	0

Vredepeel 2013

Totale N-opname gewas bij streefopbrengst: 274 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1).

NBS-gewassensing + N-balans

	10 juni	17 juni	24 juni	2 juli	8 juli
Gemeten N-opname:	89	164	142	208	272
Nog op te nemen tot einde teelt:	185	110	132	66	2
+ Buffer:	60	55	50	45	40
- Nmin:	156	112	99	71	104
- N-mineralisatie uit VDM-gift:	6	5	4	3	2
- N-mineralisatie bodem:	52	45	38	30	24
= N-bijmestgift:	-	-	41	7	-

Na de metingen van 10 juni, 17 juni en 8 juli is geen bijmestgift berekend, omdat de actuele N-opname gelijk of hoger was dan de streefopname.

NBS-gewassensing vanaf gewassluiting (eenmalige bijmestgift)

Gemeten N-opname op 17 juni: 167 kg N per ha
 Streefwaarde: 220 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1)
 Bijmestadvies: 53 kg N per ha

NBS-gewassensing meermalig

	10 juni	17 juni	24 juni	2 juli	8 juli
Gemeten N-opname:	93	166	150	209	259
Streefwaarde:	69	123	178	211	236
Bijmestadvies:	-	-	28	2	-

Hulsberg 2013

Totale N-opname gewas bij streefopbrengst: 265 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1).

NBS-gewassensing + N-balans

	10 juni	17 juni	24 juni	2 juli	8 juli	15 juli
Gemeten N-opname:	76	187	153	184	200	273
Nog op te nemen tot einde teelt:	189	78	112	81	65	-8
+ Buffer:	80	75	70	65	60	55
- Nmin:	249	n.g. ¹	149	91	41	n.g.
- N-mineralisatie uit gele mosterd:	18	15	12	9	7	5
- N-nawerking RDM-gift aug 2012	2	2	2	1	1	1
- N-mineralisatie bodem:	52	45	38	30	24	17
= N-bijmestgift:	-	-	-	16	53	

¹ n.g. = niet gemeten

Na de metingen van 10 juni, 17 juni, 24 juni en 15 juli is geen bijmestgift berekend, omdat de actuele N-opname gelijk of hoger was dan de streefopname.

NBS-gewassensing vanaf gewassluiting (eenmalige bijmestgift)

Gemeten N-opname op 24 juni: 151 kg N per ha
Streefwaarde: 210 kg N per ha (zie paragraaf 2.1.1)
Bijmestadvies: 59 kg N per ha

NBS-gewassensing meermalig

	10 juni	17 juni	24 juni	2 juli	8 juli	15 juli
Gemeten N-opname:	78	191	151	188	202	274
Streefwaarde:	56	103	153	191	217	236
Bijmestadvies:	-	-	2	3	63	-

Bij de berekening van de bijmestgift na de meting van 8 juli is ervan uitgegaan dat dit de laatste meting zou zijn voordat het loof zou gaan inzakken. De N-gift is derhalve berekend als: $N_{\max} - \text{gemeten N-opname}$. Op 15 juli was het loof nog net niet gaan inzakken en is nog een controlemeting gedaan.

Bijlage 8. Bodemanalyse Altic, Vredepeel 13 juni 2012

Bodemanalyse bij het object 'Bemestingsnavigator aardappel' met de Spurway-analyse van Altic.

ANALYSECERTIFICAAT SPURWAY



Altic Projecten

HERZIEN ANALYSECERTIFICAAT

Dit certificaat vervangt de resultaten van
labnummer 1284 d.d. 15 juni 2012

MONSTER EN ONDERZOEK

ALTIC PROJECTEN

Labnummer	: 1284	Monstername door	: Opdrachtgever
Datum binnenkomst	: 15 juni 2012	Datum monstername	: Niet bekend
Datum rapportage	: 15 juni 2012	Bemonsteringsdiepte	: 30 cm
Aangeboden als	: 2825 - VP 1805 - object G - ras Fontane		
Gewas (beteeld)	: Aardappelen cons. (zand/dal) vroegrijpheid 6.0		

ANALYSERESULTATEN

WAARDERING

Parameter	Eenheid	Resultaat	Streeftraject			Laag	Streeftraject	Hoog
			in 10 cm	in 10 cm				
Nitraatstikstof	NO ₃ -N kg/ha	7.7	-	-				
Ammoniumstikstof	NH ₄ -N kg/ha	< 4.6	< 5	normaal				
Fosfor	P kg/ha	6.1	3 - 6	ruim voldoende				
Kalium	K kg/ha	42.4	75 - 100	laag				
Magnesium	Mg kg/ha	105	50 - 75	hoog				
Zwavel	S kg/ha	2.4	10 - 15	laag				
Calcium	Ca kg/ha	348	300 - 2700	voldoende				
Mangaan	Mn kg/ha	0.3	1 - 3	laag				
Zink	Zn kg/ha	16.6	3 - 30	voldoende				
IJzer	Fe kg/ha	134	100 - 500	voldoende				
Borium	B kg/ha	0.5	0.3 - 0.5	voldoende				
Koper	Cu kg/ha	5.0	3 - 6	voldoende				
Molybdeen	Mo kg/ha	< 0.1	-	-				
Natrium	Na kg/ha	18.1	< 50	normaal				
Chloride	Cl kg/ha	14.9	< 40	normaal				
Silicium	Si kg/ha	2.6	-	-				
Geleidbaarheid	EC mS/cm	0.2	0.6 - 1.2	zeer laag				
Zuurgraad	pH-KCl	5.1	5.2 - 7	laag				
Zuurgraad	pH-H ₂ O	6.1	5.7 - 7.5	voldoende				

De waardering is gewasonafhankelijk, nadere informatie over de waardering en advisering is opgenomen op de achterzijde van dit analysecertificaat.

ANALYSECERTIFICAAT

Labnummer 1284 d.d. 15-06-2012 (vervolg)

TOEGEPASTE METHODES

Parameter		Toegepaste norm(en) of richtlijn	
		Voorbehandeling	Meting
Nitraatstikstof	NO ₃ -N	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 13395
Ammoniumstikstof	NH ₄ -N	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 11732
Chloride	Cl	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6651
Overige voedingselementen		Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6966
Boor (B), calcium (Ca), koper (Cu), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), natrium (Na), fosfor (P), zwavel (S), silicium (Si), zink (Zn)			
Zuurgraad	pH-KCl	Gelijkwaardig aan NEN 5750	Gelijkwaardig aan NEN 5750
	pH-H ₂ O	Gelijkwaardig aan NEN 5750	Gelijkwaardig aan NEN 5750
Geleidbaarheid	EC	Gelijkwaardig aan NEN 5749	Gelijkwaardig aan NEN 5749

BODEMVOORRAAD EN ADVIES

	Beschikbare voorraad	Adviesgift (in kg/ha)
Stikstof (N)	23.0 kg/ha	0
Tijdens het groeiseizoen geldt voor zover mogelijk het NBS. Een stikstof (start-)gift is eventueel noodzakelijk; neem hiervoor contact op met uw teeltspecialist.		
Fosfor (als P₂O₅)	41.8 kg/ha	0
Gronden die van nature veel P bevatten kunnen voor gewassen met een lang groeiseizoen, ondanks een lage beschikbaarheid, toch over voldoende P beschikken. Na het zaaien of planten heeft een fosfaatbemesting weinig zin, tenzij er een grondbewerking wordt uitgevoerd.		
Kalium (als K₂O)	153 kg/ha	155
Magnesium (als MgO)	523 kg/ha	0
Zwavel (als SO₃)	18.1 kg/ha	0
Bij een lage waardering kan het zinvol zijn om voor of tijdens het seizoen een bodembemesting met zwavel uit te voeren. In diverse kalium- en magnesiummeststoffen zit zwavel. LET OP! 1 kg S komt overeen met 2.5 kg SO ₃ .		
Calcium (als CaO)	1 043 kg/ha	0
Mangaan (Mn)	0.9 kg/ha	0
Vanaf mei t/m augustus kan het inzetten van een bladmeststof zinvol zijn, afhankelijk van het gewas is herhaling noodzakelijk.		
Zink (Zn)	49.7 kg/ha	0
Ijzer (Fe)	402 kg/ha	0
Een bodemtoepassing na mei is te laat en een bladbespuiting kan schade veroorzaken.		
Borium (B)	1.4 kg/ha	0
Gezien het tijdstip in het seizoen verdient boriumbladbemesting de voorkeur boven een bodembemesting.		
Koper (Cu)	15.1 kg/ha	0

Bijlage 9. Bodemanalyse Altic, Hulsberg 19 juni 2012

Bodemanalyse bij het object 'Bemestingsnavigator aardappel' met de Spurway-analyse van Altic.

ANALYSECERTIFICAAT SPURWAY



Altic Projecten

MONSTER EN ONDERZOEK

ALTIC PROJECTEN

Labnummer	: 1728	Monsternamen door	: Opdrachtgever
Datum binnenkomst	: 20 juni 2012	Datum monstername	: Niet bekend
Datum rapportage	: 20 juni 2012	Bemonsteringsdiepte	: 25 cm
Aangeboden als	: 2824 - Object G - Fontane		
Gewas (beteeld)	: Aardappelen cons. (zand/dal) vroegrijpheid 6.0		

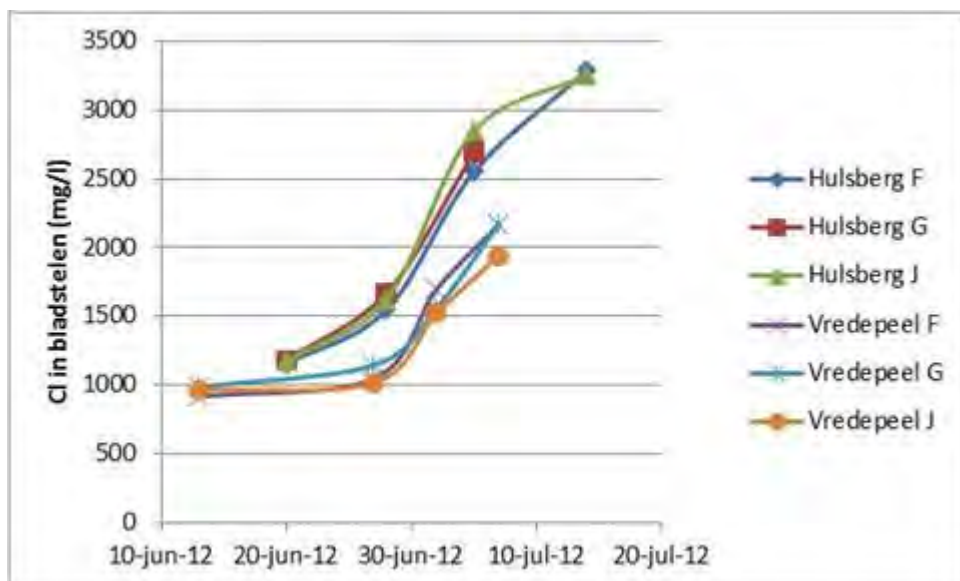
ANALYSERESULTATEN

WAARDERING

Parameter	Eenheid	Resultaat	Streeftraject		Laag	Streeftraject	Hoog
		in 10 cm	in 10 cm				
Nitraatstikstof	NO ₃ -N kg/ha	50.9	-	-			
Ammoniumstikstof	NH ₄ -N kg/ha	< 4.6	< 5	normaal			
Fosfor	P kg/ha	35.5	3 - 6	hoog			
Kalium	K kg/ha	107	75 - 100	ruim voldoende			
Magnesium	Mg kg/ha	65.5	50 - 75	voldoende			
Zwavel	S kg/ha	5.0	10 - 15	laag			
Calcium	Ca kg/ha	831	300 - 2700	voldoende			
Mangaan	Mn kg/ha	0.2	1 - 3	laag			
Zink	Zn kg/ha	31.0	3 - 30	hoog			
IJzer	Fe kg/ha	429	100 - 500	voldoende			
Borium	B kg/ha	0.6	0.3 - 0.5	ruim voldoende			
Koper	Cu kg/ha	7.4	3 - 6	vrij hoog			
Molybdeen	Mo kg/ha	0.2	-	-			
Natrium	Na kg/ha	47.3	< 50	normaal			
Chloride	Cl kg/ha	136	< 40	zeer hoog			
Silicium	Si kg/ha	51.8	-	-			
Geleidbaarheid	EC mS/cm	1.3	0.6 - 1.2	vrij hoog			
Zuurgraad	pH-KCl	6.4	5.2 - 7	voldoende			
Zuurgraad	pH-H ₂ O	7.2	5.7 - 7.5	voldoende			

De waardering is gewasonafhankelijk, nadere informatie over de waardering en advisering is opgenomen op de achterzijde van dit analysecertificaat.

Gemeten chloridegehalte in de bladstelen van de aardappelen te Hulsberg en Vredepeel in 2012:



Bijlage 10. Bodemanalyse Altic, Vredepeel 19 juni 2013

Bodemanalyse bij het object 'Bemestingsnavigator aardappel' met de Spurway-analyse van Altic.

ANALYSECERTIFICAAT SPURWAY



ALTIC Aardappelmonitoring
Postbus 135
8250 AC DRONTEN

MONSTER EN ONDERZOEK

Labnummer	: 2150	Monsternamen door	: Opdrachtgever
Datum binnenkomst	: 20 juni 2013	Datum monstername	: 19 juni 2013
Datum rapportage	: 21 juni 2013	Bemonsteringsdiepte	: 30 cm
Aangeboden als	: 3823 - P.P.O. / B.Kroonen pr 3823 VP 1877 Obj G - fontane		
Gewas (beteeld)	: Aardappel, cons. (klei/ löss) vroegrijpheid 6.0		

ANALYSERESULTATEN

WAARDERING

Parameter	Eenheid	Resultaat	Streeftraject			Laag	Streeftraject	Hoog
			in 10 cm	in 10 cm				
Nitraatstikstof	NO ₃ -N kg/ha	29.4	-	-				
Ammoniumstikstof	NH ₄ -N kg/ha	< 4.6	< 5	normaal				
Fosfor	P kg/ha	14.6	3 - 6	vrij hoog				
Kalium	K kg/ha	75.3	75 - 100	voldoende				
Magnesium	Mg kg/ha	99.6	50 - 75	vrij hoog				
Zwavel	S kg/ha	14.5	10 - 15	voldoende				
Calcium	Ca kg/ha	395	300 - 2700	voldoende				
Mangaan	Mn kg/ha	1.3	1 - 3	voldoende				
Zink	Zn kg/ha	17.6	3 - 30	voldoende				
IJzer	Fe kg/ha	131	100 - 500	voldoende				
Borium	B kg/ha	0.3	0.3 - 0.5	voldoende				
Koper	Cu kg/ha	5.6	3 - 6	voldoende				
Molybdeen	Mo kg/ha	0.1	0.1 - 0.3	voldoende				
Natrium	Na kg/ha	30.6	< 50	normaal				
Chloride	Cl kg/ha	41.3	< 40	vrij hoog				
Silicium	Si kg/ha	3.0	> 6	laag				
Geleidbaarheid	EC mS/cm	0.7	0.6 - 1.2	normaal				
Zuurgraad	pH-KCl	5.0	5.2 - 7	laag				
Zuurgraad	pH-H ₂ O	6.7	5.7 - 7.5	voldoende				

De waardering is gewasonafhankelijk, nadere informatie over de waardering en advisering is opgenomen op de achterzijde van dit analysecertificaat.

ANALYSECERTIFICAAT

Labnummer 2150 d.d. 21-06-2013 (vervolg)

TOEGEPASTE METHODES

Parameter		Toegepaste norm(en) of richtlijn	
		Voorbehandeling	Meting
Nitraatstikstof	NO ₃ -N	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 13395
Ammoniumstikstof	NH ₄ -N	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 11732
Chloride	Cl	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6651
Overige voedingselementen		Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6966
Boor (B), calcium (Ca), koper (Cu), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), natrium (Na), fosfor (P), zwavel (S), silicium (Si), zink (Zn)			
Zuurgraad	pH-KCl	Gelijkwaardig aan NEN 5750	Gelijkwaardig aan NEN 5750
	pH-H ₂ O	Gelijkwaardig aan NEN 5750	Gelijkwaardig aan NEN 5750
Geleidbaarheid	EC	Gelijkwaardig aan NEN 5749	Gelijkwaardig aan NEN 5749

BODEMVOORRAAD EN ADVIES (gewasspecifiek)

	Beschikbare voorraad	Adviesgift (in kg/ha)
Stikstof (N)	88.1 kg/ha	0
Tijdens het groeiseizoen geldt voor zover mogelijk het NBS. Een stikstof (start-)gift is eventueel noodzakelijk; neem hiervoor contact op met uw teeltspecialist.		
Fosfor (als P₂O₅)	100 kg/ha	0
Kalium (als K₂O)	272 kg/ha	45
Magnesium (als MgO)	495 kg/ha	0
Zwavel (als SO₃)	108 kg/ha	0
Bij een lage waardering kan het zinvol zijn om voor of tijdens het seizoen een bodembesteming met zwavel uit te voeren. In diverse kalium- en magnesiummeststoffen zit zwavel. LET OP! 1 kg S komt overeen met 2.5 kg SO ₃ .		
Calcium (als CaO)	1 184 kg/ha	0
Mangaan (Mn)	3.9 kg/ha	0
Zink (Zn)	52.7 kg/ha	0
Ijzer (Fe)	394 kg/ha	0
Borium (B)	1.0 kg/ha	0
Gezien het tijdstip in het seizoen verdient boriumbladbesteming de voorkeur boven een bodembesteming.		
Koper (Cu)	16.9 kg/ha	0

Bijlage 11. Bodemanalyse Altic, Hulsberg 24 juni 2013

Bodemanalyse bij het object 'Bemestingsnavigator aardappel' met de Spurway-analyse van Altic.

ANALYSECERTIFICAAT SPURWAY



ALTIC Aardappelmonitoring
Postbus 135
8250 AC DRONTEN

MONSTER EN ONDERZOEK

Labnummer	: 2630	Monstername door	: ALTIC BV
Datum binnenkomst	: 25 juni 2013	Datum monstername	: 24 juni 2013
Datum rapportage	: 26 juni 2013	Bemonsteringsdiepte	: 30 cm
Aangeboden als	: 3825 - P.P.P/B. Kroonen WR 1189 Obj G - Fontane		
Gewas (beteeld)	: Aardappelen cons. (zand/dal) vroegrijpheid 6.0		

ANALYSERESULTATEN

WAARDERING

Parameter	Eenheid	Resultaat	Streeftraject					
			in 10 cm	in 10 cm		Laag	Streeftraject	Hoog
Nitraatstikstof	NO ₃ -N kg/ha	34.2	-	-				
Ammoniumstikstof	NH ₄ -N kg/ha	< 4.6	< 5	normaal				
Fosfor	P kg/ha	38.6	3 - 6	hoog				
Kalium	K kg/ha	70.8	75 - 100	vrij laag				
Magnesium	Mg kg/ha	54.4	50 - 75	voldoende				
Zwavel	S kg/ha	5.3	10 - 15	vrij laag				
Calcium	Ca kg/ha	738	300 - 2700	voldoende				
Mangaan	Mn kg/ha	0.2	1 - 3	laag				
Zink	Zn kg/ha	32.3	3 - 30	hoog				
Ijzer	Fe kg/ha	502	100 - 500	hoog				
Borium	B kg/ha	0.4	0.3 - 0.5	voldoende				
Koper	Cu kg/ha	7.4	3 - 6	vrij hoog				
Molybdeen	Mo kg/ha	0.9	0.1 - 0.3	hoog				
Natrium	Na kg/ha	53.9	< 50	vrij hoog				
Chloride	Cl kg/ha	58.0	< 40	vrij hoog				
Silicium	Si kg/ha	41.3	> 6	zeer hoog				
Geleidbaarheid	EC mS/cm	0.8	0.6 - 1.2	normaal				
Zuurgraad	pH-KCl	6.4	5.2 - 7	voldoende				
Zuurgraad	pH-H ₂ O	7.3	5.7 - 7.5	voldoende				

De waardering is gewasafhankelijk, nadere informatie over de waardering en advisering is opgenomen op de achterzijde van dit analysecertificaat.

ANALYSECERTIFICAAT

Labnummer 2630 d.d. 26-06-2013 (vervolg)

TOEGEPASTE METHODES

Parameter		Toegepaste norm(en) of richtlijn	
		Voorbehandeling	Meting
Nitraatstikstof	NO ₃ -N	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 13395
Ammoniumstikstof	NH ₄ -N	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 11732
Chloride	Cl	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6651
Overige voedingselementen		Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6966
Boor (B), calcium (Ca), koper (Cu), ijzer (Fe), kalium (K), magnesium (Mg), mangaan (Mn), molybdeen (Mo), natrium (Na), fosfor (P), zwavel (S), silicium (Si), zink (Zn)			
Zuurgraad	pH-KCl	Gelijkwaardig aan NEN 5750	Gelijkwaardig aan NEN 5750
	pH-H ₂ O	Gelijkwaardig aan NEN 5750	Gelijkwaardig aan NEN 5750
Geleidbaarheid	EC	Gelijkwaardig aan NEN 5749	Gelijkwaardig aan NEN 5749
















BODEMVOORRAAD EN ADVIES (gewasspecifiek)
















	Beschikbare voorraad	Adviesgift (in kg/ha)
Stikstof (N)	103 kg/ha	0
Tijdens het groeiseizoen geldt voor zover mogelijk het NBS. Een stikstof (start-)gift is eventueel noodzakelijk; neem hiervoor contact op met uw teeltspecialist.		
Fosfor (als P₂O₅)	265 kg/ha	0
Kalium (als K₂O)	256 kg/ha	55
Magnesium (als MgO)	271 kg/ha	0
Een bodembemesting tijdens het seizoen heeft gezien de geringe mobiliteit weinig zin, tenzij er een grondbewerking wordt uitgevoerd. Voer eventueel een bladbemesting uit. Neem hiervoor contact op met uw teeltspecialist.		
Zwavel (als SO₃)	39.9 kg/ha	0
Calcium (als CaO)	2214 kg/ha	0
Mangaan (Mn)	0.6 kg/ha	0
Vanaf mei t/m augustus kan het inzetten van een bladmeststof zinvol zijn, afhankelijk van het gewas is herhaling noodzakelijk.		
Zink (Zn)	96.8 kg/ha	0
Ijzer (Fe)	1506 kg/ha	0
Borium (B)	1.3 kg/ha	0
Gezien het tijdstip in het seizoen verdient boriumbladbemesting de voorkeur boven een bodembemesting.		
Koper (Cu)	22.3 kg/ha	0

Gemeten chloridegehalte in de bladstelen van de aardappelen te Hulsberg in 2012 en 2013 bij object 'Bemestingsnavigator aardappel':











Datum	Chloride (mg/l)	Datum	Chloride (mg/l)
20-6-12	1180	11-6-13	979
28-6-12	1669	25-6-13	1329
05-7-12	2689		
















Bijlage 12. Foto's gewasstand Vredepeel 2012

	21 juni 2012					28 juni 2012						21 augustus 2012					
veldnr.	vooraanzicht																
1 A Nulobject 0 kg N per ha																	
2 B Vaste trap 95 kg N per ha																	
3 C Vaste trap 195 kg N per ha																	
4 D Vaste trap 245 kg N per ha																	
5 E Vaste trap 345 kg N per ha																	

veldnr.	21 juni 2012 vooraanzicht	28 juni 2012	21 augustus 2012
6 F Aardappel- monitoring Classic			
7 G Aardappel- bemesting- indicator			
8 H NBS sensing vanaf sluiting			
9 I NBS sensing + N-balans			
10 J Aardappel- monitoring Online			

Bijlage 13. Foto's gewasstand Hulsberg 2012

A Nulobject 0 kg N per ha		F Aardappel- monitoring Classic	
B Vaste trap 100 kg N per ha		G Aardappel- bemesting- indicator	
C Vaste trap 200 kg N per ha		H NBS sensing vanaf sluiting	
D Vaste trap 250 kg N per ha		I NBS sensing + N-balans	
E Vaste trap 350 kg N per ha		J Aardappel- monitoring Online	

OBJECT	vooraanzicht	bovenaanzicht 1	bovenaanzicht 2
F Aardappel- monitoring Classic			
G Aardappel- bemesting- indicator			
H NBS sensing vanaf sluiting			
I NBS sensing + N-balans			
J Aardappel- monitoring Online			



MASTERPLAN MINERALENMANAGEMENT

Stadhoudersplantsoen 12 • Postbus 29739 • 2502 LS Den Haag
T 070 - 370 84 26 • F 070 - 370 83 10 • mmm@hpa.agro.nl • www.kennisakker.nl